



**SISTEMAS PRODUCTIVOS Y RECURSOS HÍDRICOS  
EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO**

## VALORIZANDO EL AGUA EN UN CLIMA Y UNA ECONOMÍA CAMBIANTES EN EL GRAN CHACO AMERICANO

IDRC – DONACIÓN 107678-001



### RESUMEN DE RESULTADOS – ARGENTINA, BOLIVIA Y PARAGUAY



## Índice

1	Antecedentes de la investigación .....	18
1.1	Metodología utilizada .....	19
1.2	Determinación del consumo de agua .....	20
1.3	Construcción matriz insumo producto para la región del Chaco .....	20
1.4	Características Hidroclimáticas del Gran Chaco Americano – Presente y Futuro .....	21
1.4.1	Descripción del Clima Actual.....	21
1.4.2	Evaluación del Balance Hídrico Superficial .....	21
1.4.3	Descripción del Clima Futuro .....	22
1.4.4	Conclusiones .....	23
1.4.5	¿Hasta cuándo y cuánto se puede llegar a producir teniendo el agua como factor limitante?23	
2	Resultados generales .....	28
2.1	Consumo de agua por unidad monetaria .....	28
2.2	Importancia económica .....	28
2.3	Consumo de agua .....	29
3	Análisis de los consumos de agua en el Chaco Argentino .....	31
3.1	Impacto de crecimiento de sectores específicos.....	31
3.1.1	Producción Ganadera .....	31
3.1.2	Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras.....	32
3.1.3	Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes .....	33
3.1.4	Construcción .....	34
3.2	Impacto del crecimiento de sectores combinados.....	35
3.2.1	Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos y Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes .....	35
3.2.2	Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras, Cría de Ganado y Matanza de animales.....	36
3.3	Impacto del crecimiento de la economía regional en base a políticas nacionales.....	37
3.3.1	Escenario de crecimiento de la economía regional 2014 – 2030 .....	37
3.3.2	Escenario de crecimiento del sector Cría de ganado 2014 – 2030 .....	39
3.4	Impactos sobre disponibilidad de agua .....	40
3.4.1	Crecimiento de actividades económicas por sectores individuales .....	40
3.4.2	Crecimiento de actividades económicas por sectores combinados .....	42
3.4.3	Crecimiento de actividades económicas según planes de desarrollo .....	43
4	Análisis de los consumos de agua en el Chaco BOLIVIANO .....	46
4.1	Impacto del crecimiento de sectores específicos .....	46
4.1.1	Producción Pecuaria .....	46
4.1.2	Carnes Frescas y Elaboradas .....	47
4.1.3	Productos Lácteos .....	48
4.1.4	Petróleo Crudo y Gas natural.....	49
4.1.5	Madera y Productos de Madera .....	50
4.2	Impacto del crecimiento de sectores combinados .....	51
4.2.1	Ganadería y Producción de Carne .....	51
4.2.2	Carnes frescas y elaboradas, Productos alimenticios diversos y Productos de refinación de petróleo.....	53
4.3	Impacto del crecimiento de la economía regional en base a políticas nacionales.....	55
4.3.1	Crecimiento de actividades económicas por sectores individuales .....	56
4.3.2	Crecimiento de actividades económicas por sectores combinados .....	59
4.4	Crecimiento de actividades económicas según planes de desarrollo .....	59
5	Análisis de los consumos de agua en el Chaco Paraguayo .....	62
5.1	Impacto del crecimiento de sectores específicos .....	62
5.1.1	Ganadería.....	62
5.1.2	Producción de Carne.....	63

5.1.3 Producción de Leche .....	64
5.1.4 Resto Agricultura .....	65
5.1.5 Forestal .....	66
5.2 Impacto del crecimiento de sectores combinados .....	67
5.2.1 Ganadería y Producción de Carne .....	67
5.2.2 Sectores Combinados 2: Ganadería, Producción de Carne y Producción de Leche .....	68
5.2.3 Sectores Combinados 3: Ganadería, Producción de Carne, Producción de Leche, Resto de Agricultura y Forestal .....	69
5.3 Impactos según escenarios de crecimiento de la Economía Nacional .....	71
5.4 Impactos sobre disponibilidad de agua .....	73
5.4.1 Crecimiento de actividades económicas por sectores individuales .....	73
5.4.2 Crecimiento de actividades económicas por sectores combinados .....	74
5.5 Escenarios de crecimiento regional en base a políticas nacionales .....	76
6 Principales sectores productivos identificados.....	79
6.1 Sistema tecnológico .....	79
6.2 Sistema tradicional de agricultores (pequeños agricultores) .....	79
6.3 Sistema indígena .....	80
7 APORTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	81
8 APORTES A LAS Contribuciones nacionalmente determinadas a la mitigación del cambio climático (ndcS) .....	81
9 POLÍTICAS PROPUESTAS.....	81
10 ACCIONES PROPUESTAS.....	82

## Lista de Figuras

Figura 1. Distribución espacial de la precipitación media anual (1961-1990) para el Chaco Argentino	24
Figura 2. Distribución espacial de la precipitación media anual (1961-1990) en Chaco Boliviano .....	24
Figura 3. Distribución temporal de la precipitación mensual (1961-1990) datos CRU .....	25
Figura 4. Consumo de agua Chaco Argentino .....	29
Figura 5. Consumo de agua Chaco Boliviano .....	29
Figura 6. Consumo de agua Chaco Paraguayo .....	30
Figura 4. Escenario de crecimiento del sector Ganadero ( $\text{km}^3$ ) .....	32
Figura 5. Escenario de crecimiento del sector Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras ( $\text{km}^3$ ) .....	33
Figura 6. Escenario de crecimiento del sector Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes ( $\text{Km}^3$ ). .....	34
Figura 7. Escenario de crecimiento del sector Construcción ( $\text{Km}^3$ ) .....	35
Figura 8. Crecimiento de los sectores Ganadería y Carne ( $\text{Km}^3$ ).....	36
Figura 9. Crecimiento de los sectores Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras, Cría de Ganado y Matanza de animales ( $\text{Km}^3$ ) .....	37
Figura 10. Crecimiento del 2,2% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto ( $\text{Km}^3$ ) .....	38
Figura 11. Crecimiento del 2,6% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto ( $\text{Km}^3$ ) .....	38
Figura 12. Crecimiento del 3% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto ( $\text{Km}^3$ ) .....	39
Figura 13. Crecimiento del 10% del sector Cría de ganado ( $\text{Km}^3$ ).....	39
Figura 14. Crecimiento del 30% del sector Cría de ganado ( $\text{Km}^3$ ) .....	40
Figura 15. Escenario de crecimiento de Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos ( $\text{Km}^3$ ) ....	40
Figura 16. Escenario de crecimiento de Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras ( $\text{Km}^3$ ).....	40
Figura 17. Escenario de crecimiento de Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes ( $\text{Km}^3$ ) .....	41

Figura 18. Escenario de crecimiento de Construcción (Km <sup>3</sup> ) .....	41
Figura 19. Escenario de crecimiento de Ganadería y Carne (Km <sup>3</sup> ).....	42
Figura 20. Escenario de crecimiento de Cultivos de cereales, Cría de ganado y Matanza de animales (Km <sup>3</sup> ).....	42
Figura 21. Escenario de crecimiento del 2,2% del PIB (Km <sup>3</sup> ).....	43
Figura 22. Escenario de crecimiento del 2,6% del PIB (Km <sup>3</sup> ).....	43
Figura 23. Escenario de crecimiento del 3% del PIB (Km <sup>3</sup> ).....	44
Figura 24. Escenario de crecimiento del 10% del sector de Cría de Ganado (Km <sup>3</sup> ) .....	45
Figura 25. Escenario de crecimiento del 30% del sector de Cría de Ganado (Km <sup>3</sup> ) .....	45
Figura 26. Productos Pecuarios: Demanda de agua con escenarios de crecimiento (Km <sup>3</sup> ).....	47
Figura 27. Carnes Frescas y Elaboradas: Demanda de agua con escenarios de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	48
Figura 28. Lácteos, consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ).....	49
Figura 29. Petróleo y Gas: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ).....	50
Figura 30. Madera y Productos de Madera: Consumo estimado de agua (Km <sup>3</sup> ).....	51
Figura 31. Ganadería y Producción de carne: Consumo estimado de agua (Km <sup>3</sup> ).....	53
Figura 32. Carnes frescas y elaboradas, Productos alimenticios diversos y Productos de refinación de petróleo. Consumo estimado de agua (Km <sup>3</sup> ). .....	54
Figura 33. Crecimiento del 5,08% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto (Km <sup>3</sup> ) .....	55
Figura 34. Crecimiento del 4,05% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto (Km <sup>3</sup> ) .....	55
Figura 35. Crecimiento del 4,3% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto (Km <sup>3</sup> ) .....	56
Figura 36. Escenario de crecimiento del 5,08% del PIB (Km <sup>3</sup> ).....	60
Figura 37. Escenario de crecimiento del 4,05% del PIB (Km <sup>3</sup> ).....	60
Figura 38. Escenario de crecimiento del 4,3% del PIB (Km <sup>3</sup> ).....	61
Figura 39. Ganadería: Consumo directo e indirecto (Km <sup>3</sup> ) .....	63
Figura 40. Producción de Carne: Consumo estimado por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	64
Figura 41. Producción de Leche: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ).....	65
Figura 42. Resto Agricultura: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	66
Figura 43. Forestal: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	67
Figura 44. Sector Combinados 1: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	68
Figura 45. Sector Combinados 2: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	69
Figura 46. Sector Combinados 3: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	71
Figura 47. Consumo de agua por crecimiento del 6,80% anual de la economía (Km <sup>3</sup> ) .....	71
Figura 48. Consumo de agua por crecimiento del 4% anual de la economía (Km <sup>3</sup> ) .....	72
Figura 49. Consumo de agua por crecimiento del 3,7% anual de la economía (Km <sup>3</sup> ) .....	72
Figura 50. Consumo de agua por crecimiento del 3,6% anual del sector Ganadero (Km <sup>3</sup> ) .....	73
Figura 51. Consumo de agua por crecimiento de sectores individuales.....	74
Figura 52. Consumo de agua por crecimiento de sectores combinados: Carne y Ganadería .....	75
Figura 53. Consumo de agua por crecimiento de sectores combinados: Carne, Ganadería y Leche ...	75
Figura 54. Consumo de agua por crecimiento de sectores combinados: Carne, Ganadería y Leche ...	76
Figura 55. Escenario de crecimiento del 6,80% de la economía .....	77
Figura 56. Escenario de crecimiento del 3,70% de la economía .....	77
Figura 57. Escenario de crecimiento del 4% de la economía .....	77
Figura 58. Escenario de crecimiento del 3,6% anual del Sector Ganadería .....	78
Figura 59. Sistemas productivos tecnológicos .....	79
Figura 60. Sistemas productivos tradicionales de pequeños agricultores .....	79
Figura 61. Sistemas productivos indígenas .....	80

## Lista de Tablas

Tabla 1. Tasas promedio de precipitación sobre la cuenca del Plata y caudal del Río de la Plata correspondientes a diferentes escalas temporales de variabilidad.....	22
Tabla 2. Anomalías en la temperatura y precipitación anual (2021 – 2030) – Escenario RCP 8.5 .....	25
Tabla 3. Anomalías en la temperatura y precipitación anual (2021 – 2030) – Escenario RCP 4.5 .....	27
Tabla 2. Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento .....	31
Tabla 3. Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ).....	32
Tabla 4. Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	33
Tabla 5. Construcción: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	34
Tabla 6. Cría de ganado y Matanza de animales: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ).....	35
Tabla 7. Cultivo de cereales, Cría de ganado y Matanza de animales: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	36
Tabla 8. Productos Pecuarios: Demanda de agua con escenarios de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	46
Tabla 9. Carnes Frescas y Elaboradas: Demanda de agua con escenarios de crecimiento (Km <sup>3</sup> ).....	48
Tabla 10. Lácteos: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	48
Tabla 11. Petróleo y Gas: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	50
Tabla 12. Madera y Productos de Madera: Consumo estimado de agua (Km <sup>3</sup> ) .....	51
Tabla 13. Ganadería y Producción de carne: Consumo estimado de agua (Km <sup>3</sup> ).....	52
Tabla 14. Carnes frescas y elaboradas, Productos alimenticios diversos y Productos de refinación de petróleo. Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	54
Tabla 15. Escenarios de crecimiento de Productos Pecuarios .....	57
Tabla 16. Escenario de crecimiento de Carnes Frescas y Elaboradas .....	57
Tabla 17. Escenario de crecimiento de Productos Lácteos .....	57
Tabla 18. Escenarios de crecimiento de Petróleo Crudo y Gas Natural.....	58
Tabla 19. Escenarios de crecimiento de Madera y Productos de Madera.....	58
Tabla 20. Escenarios combinados de crecimiento del sector ganadero (Ganadería y carne) .....	59
Tabla 21. Escenarios de crecimiento del Ganadería y Alimentos y Petróleo.....	59
Tabla 22. Ganadería: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	62
Tabla 23. Producción de Carne: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	63
Tabla 24. Producción de Leche: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	64
Tabla 25. Resto Agricultura: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ).....	65
Tabla 26. Forestal: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ).....	66
Tabla 27. Sector Combinados 1: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	67
Tabla 28. Sector Combinados 2: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	69
Tabla 29. Sector Combinados 3: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	70
Tabla 30. Sector Combinados 3: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km <sup>3</sup> ) .....	70

## RESUMEN EJECUTIVO

El Gran Chaco Americano es una unidad ambiental que se extiende desde latitudes definidamente tropicales hasta ambientes claramente subtropicales. Constituye una gran llanura aproximadamente de 1,14 millones de Km<sup>2</sup> distribuidos en el centro norte de Argentina, oeste de Paraguay, sureste de Bolivia, y una pequeña parte del sur del Brasil (Investigación Para el Desarrollo, Id 2014).

Existen diversos criterios para clasificar este gran ecosistema, siendo el más aceptado aquel que lo define en función a tres sub zonas: Chaco Sub-húmedo, con precipitaciones que van desde 1.200 a 700 mm; Chaco Semiárido, con 700 a 500 mm y Chaco Árido, con 500 a 300 mm. De este modo, el régimen pluvial es el principal factor para definir las regiones y las actividades productivas.

La región presenta marcados gradientes climáticos. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 18 y 26°C, en tanto que la evapotranspiración potencial varía entre los 900 mm en el sur y 1.600 mm en la frontera entre Paraguay y Bolivia. Las lluvias presentan una marcada concentración estival, y consecuentemente, ocurrencia de inviernos secos, con registros del trimestre más seco del orden del 10-12% en el Chaco Húmedo, mientras que en el Chaco Seco y en el Árido sólo alcanzan al 1-5%.

El Chaco Argentino abarca aproximadamente 600.000 km<sup>2</sup>, un 22% de la superficie de este país y está compuesto por 11 provincias, total o parcialmente: Chaco, Santiago del Estero, Formosa, Santa Fe, Córdoba, Salta, Tucumán, La Rioja, Catamarca, Corrientes y San Luis. Entre ellos, los más representativos y de mayor participación dentro de esta región son: Chaco, Santiago del Estero, Formosa, Santa Fe y Salta.

Las provincias que ocupan mayor territorio son las de Santiago del Estero (136.351 km<sup>2</sup>) y Santa Fe (133.537 km<sup>2</sup>). En cuanto a población, la provincia de Santa Fe cuenta con 3.194.537 habitantes, seguida de la provincia de Salta con 1.214.441 habitantes.

El Chaco Boliviano está localizado al sudeste de Bolivia y limita al este con Paraguay y al sur con Argentina. Comprende áreas o superficies pertenecientes a los departamentos de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz. Cubre un área de 127.675 km<sup>2</sup>, lo que corresponde a cerca del 13% de la superficie del Gran Chaco Americano. El departamento de Tarija ocupa el 18%, Santa Cruz 67% y Chuquisaca el 15% del Chaco boliviano.

Esta región cubre cerca del 12% del territorio nacional y tiene una población de 294.380 personas, mayoritariamente en áreas rurales.

El Chaco paraguayo o Región Occidental es una vasta región, con características semi áridas a semi húmedas, con muy baja densidad de población. Tiene una extensión de 246.925 Km<sup>2</sup>, que representan el 60,7% del territorio de la República del Paraguay y el 25% del territorio del Gran Chaco Americano.

La población de la región al año 2012 era de 181.940 habitantes<sup>1</sup>, que representa el 2,8% del total de habitantes de la República del Paraguay

Como referencia sobre la densidad población del Chaco Paraguayo, cabe señalar que el sub-continente sudamericano tiene una densidad poblacional del 22,1 Hab/Km<sup>2</sup>. Las condiciones ambientales, la disponibilidad de agua y la eficiencia productiva de los suelos del Chaco son determinantes para la baja densidad poblacional del Chaco.

---

<sup>1</sup> DGEEC, 2012

La Región Occidental abarca los tres Departamentos que conforman el Chaco Paraguayo: Boquerón, Alto Paraguay y Presidentes Hayes.

Se considera que la región del Gran Chaco Americano es vulnerable a las perturbaciones debidas a las actividades humanas especialmente al Cambio Climático. Los bienes y servicios ambientales deben ser conservados manteniendo la integridad de los ecosistemas, llevando a cabo un desarrollo conforme a las características de la región utilizando estrategias más sustentables.

El objetivo principal de la investigación es la evaluación de la vulnerabilidad del recurso hídrico vinculado a los sistemas productivos en un contexto de cambio climático para la región del Gran Chaco Americano. Adicionalmente se provee información para los gobiernos centrales y locales, organizaciones privadas, así como para los productores, para implementar medidas de adaptación al cambio climático.

El enfoque metodológico del estudio considera dos grandes componentes, por un lado la demanda de agua por parte de las actividades socioeconómicas y por otro lado la oferta hídrica atmosférica.

- Demanda de agua: por un lado la demanda de agua, la misma está dada por el consumo del recurso por parte de la economía de la región (sectores y actividades que utilizan agua para su producción). Para obtener esta información se utiliza la Matriz Insumo Producto, la cual fue regionalizada y adaptada para obtener los valores en volumen de agua para toda la economía regional.
- Oferta hídrica atmosférica: la oferta hídrica atmosférica es el agua precipitada en la región, las mismas además dependen del clima y otras condiciones físicas de la región. En escenarios climáticos se utilizan los valores de la precipitación para cada escenario en cuestión (RPC4.5 y RPC.8.5)

Para lograr el objetivo se utiliza la Matriz Insumo Producto, es una herramienta que en economía se utiliza para representar las interdependencias entre los diferentes sectores económicos o actividades de la economía de un país o región.

Como aporte de la investigación, esta herramienta permitió analizar a nivel macro la región del Gran Chaco Americano en base a su estructura productiva e identificó patrones de comportamiento de las actividades de mayor consumo de agua en forma directa e indirecta, en escenarios de cambio climático y de crecimiento.

La herramienta permite:

- Entender la necesidad de abordar una nueva forma de planificar el desarrollo incorporando la sustentabilidad de los recursos hídricos y el derecho humano al agua.
- Identificar necesidades potenciales de inversión para la recolección y almacenamiento de agua para consumo humano y para el desarrollo de las actividades económicas, considerando los escenarios climáticos.
- Analizar la demanda de consumo de agua directa e indirecta, que puede ser contrastada en relación a los escenarios climáticos (RPC 4.5 y RPC 8.5), para identificar niveles de riesgo o vulnerabilidad para los sectores sociales y productivos.

Las fuentes de datos del Chaco Argentino fueron obtenidas a partir de las fichas técnicas económicas de cada provincia proveídas por el Ministerio de Economía de la Nación, así como del Censo Nacional de Estadísticas y Censos. Para el sector primario se utilizan las Estimaciones Agrícolas e Informes Sectoriales de Ganadería del Ministerio de Agroindustria.

Los datos del Chaco Boliviano fueron recopilados de las Cuentas Nacionales Estadísticas Económicas y Fichas Municipales Agropecuarias y de planillas de la Unidad de Productividad y Competitividad. El Instituto Nacional de Estadísticas constituyó una de las fuentes fundamentales de información.

Para el Chaco Paraguayo los datos fueron obtenidos del Censo Económico Nacional 2011 para los sectores secundario y terciario. Para el sector primario se recurrió al Censo Agropecuario Nacional 2008, informes de Producción Agrícola y Estadística Pecuaria, informes de Documentación de Origen Forestal, entre otros.

Los resultados, respondiendo las preguntas de investigación, las cantidades de agua por unidad productiva fueron determinadas por medio de la matriz I-O en la cual se combinaron los datos de volumen de agua utilizado para producir una unidad monetaria, con esta herramienta se ha logrado calcular cuántos litros de agua se utilizan por unidad monetaria (litros/\$).

Al realizar estas estimaciones para todos los sectores económicos fue posible hacer comparaciones entre las actividades con consumos más eficientes de agua en términos monetarios así como también de las actividades de mayor consumo de agua y las de mayor importancia económica. Se han realizado rankings para los tres países.

Consumo de agua por unidad monetaria: En el Chaco Argentino, los resultados apuntan a que las actividades del sector primario son las de mayor consumo por unidad monetaria. El sector económico de Silvicultura y extracción de madera es el sector que precisa de más litros de agua para producir una unidad monetaria, aproximadamente 20.000 litros/USD, el sector de Cultivos industriales en segundo lugar necesita 4.876 litros/USD, Cultivos de cereales, oleaginosas y forrajeras 3.813 litros/USD, Cultivos de frutas y nueces 2.893 litros/USD y Cultivo de hortalizas, legumbres, flores y plantas ornamentales 2.677 litros/USD.

En el Ranking del Chaco Boliviano se puede observar que el sector Productos agrícolas no industriales ocupa el primer lugar, consumiendo 8.960 litros de agua/USD, Productos agrícolas industriales 7.257 litros/USD, Productos pecuarios 6.791 litros/ USD, Silvicultura, caza y pesca 6.264 litros/USD y Madera y productos de madera 904 litros/USD entre los primeros cinco sectores de mayor consumo.

El caso del Chaco Paraguayo es similar a los demás chacos demostrando que las actividades del sector primario son las de mayor consumo, siendo el sector Ganadero el mayor consumidor de agua por unidad monetaria utilizando 22.022 litros/USD, seguidamente el sector Forestal 20.505 litros/USD, Resto Agricultura 13.661 litros/USD, Algodón 6.867 litros/USD y el Complejo Sojero 5.295 litros/USD.

Importancia económica: En el Chaco de Argentina se puede observar que en el ranking de importancia económica, las actividades del sector terciario ocupan los primeros lugares. El sector de Comercio minorista encabeza el ranking con 8,84% de la producción, le sigue el sector de Administración pública y defensa y planes de la seguridad social de afiliación obligatoria con 6,20%, Actividades inmobiliarias 4,99%, Comercio mayorista 4,63% y Salud humana privada 3,45% entre los primeros cinco.

En el Chaco boliviano el sector que más importancia económica tiene es el del Petróleo crudo y gas natural con el 16,4% de la producción, seguidamente del sector de Productos alimenticios diversos con 8,4% de la producción, Carnes frescas y elaboradas 8,1%, servicios de la administración pública 6,2% y Productos de molinería y panadería 5,5% entre los primeros cinco de mayor importancia.



En el ranking de los sectores según importancia económica, en el Chaco Paraguayo se observa que el sector de Producción de carne ocupa el primer lugar con el 39,69% de la producción total de bienes y servicios en el año 2014. La ganadería ocupa el segundo lugar con el 31,70%, seguidamente el sector de la Construcción presenta el 6,47%, los Servicios gubernamentales el 5,07%, el Comercio 4,74% y la Producción de lácteos con el 4,43%.

En cuanto al ranking según consumo de agua de forma directa, en el Chaco Argentino se observa que en primer lugar se encuentra el sector Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras con un consumo del 43,11%, Cultivos industriales 21,45%, Fibras, hilados y tejedurías de productos textiles 6,21%, Electricidad 5,86% y Productos de plástico 5,26% entre los primeros cinco sectores que más consumen agua en su proceso de producción.

En el Chaco Boliviano, las actividades del sector primario las que más cantidades de agua consumen siendo el sector de Productos agrícolas industriales el principal con un consumo del 36,4%, el sector de Productos agrícolas no industriales le sigue con el 36,1%, productos pecuarios 14,3%, Silvicultura, caza y pesca 6% y Madera y productos de madera 3%.

Se puede observar que en el ranking de los sectores de mayor consumo de agua en el Chaco Paraguayo, la ganadería ocupa el primer lugar con cerca del 97%, seguido por el sector forestal 1,20%, Resto agricultura 1,07%, algodón 0,13% y Construcción 0,03%.

#### *Vínculos de las actividades productivas y los recursos hídricos*

La aplicación de la metodología de la Matriz de Insumo Producto (MIP o Matriz Input – Output), para determinar la demanda directa e indirecta de agua, muestra las relaciones entre los sectores de la economía. De esta manera, es posible analizar cuánta agua hay detrás de la producción de cada sector de la economía de un país.

Con esta metodología se tradujo la MIP de términos económicos a términos de volúmenes de agua, es decir de USD a litro. Además se calculó cuánta agua se necesita para producir una unidad monetaria en las actividades (USD/litro). En la siguiente figura se puede observar un ejemplo de la matriz.

ACTIVIDADES	Impacto indirecto económico (sin redondeo)	Variación en la producción	Variación en la producción (por aumento de %)	Cuántos litros de agua se usan para producir un Gs de la actividad	Consumo actual (miles de litros = m3)	% consumo de cada sector
Algodón	17.258	0%	0%	1,2485	25.389.642	0,13%
Complejo Sojero	0	0%	0%	0,9628	127	0,00%
Resto agricultura	569.675	0%	19%	2,4839	212.874.218	1,07%
Ganadería	297.743	0%	0%	4,0039	19.465.960.985	97,53%
Forestal	68.997	0%	0%	3,7281	239.285.447	1,20%
Pesca	265	0%	0%	0,0067	16.870	0,00%
Minería	9.306	0%	0%	0,0006	6.982	0,00%
Producción de carne	412.875	0%	0%	0,0003	2.057.577	0,01%
Elaboración de aceites	0	0%	0%	0,0000	0	0,00%
Producción de lácteos	12.355	0%	0%	0,0025	1.676.240	0,01%
Molinería y panadería	2.435	0%	0%	0,0006	13.312	0,00%
Azúcar	0	0%	0%	0,0000	0	0,00%
Otros alimentos	525	0%	0%	0,0007	95	0,00%
Bebidas y tabaco	0	0%	0%	0,0000	0	0,00%
Textiles y prendas de vestir	4.282	0%	0%	0,0023	11.582	0,00%
Cuero y calzado	2.171	0%	0%	0,0004	3.893	0,00%
Industria de la madera	137.173	0%	0%	0,0003	48.675	0,00%
Papel y productos de papel	1.011	0%	0%	0,0224	14.965	0,00%
Refinación de petróleo	0	0%	0%	0,0000	0	0,00%
Productos químicos	167.195	0%	1%	0,0012	30.146	0,00%
Fab. de productos no metálicos	5.416	0%	0%	0,1910	3.950.545	0,02%
Fab. de metales comunes	0	0%	0%	0,0037	0	0,00%
Fab. de maquinarias y equipos	2.525	0%	0%	0,0000	747	0,00%

Fuente: Elaboración propia

### *¿Hasta cuándo y cuánto se puede llegar a producir teniendo el agua como factor limitante?*

Para identificar el impacto del crecimiento económico en la disponibilidad de agua se tuvo en cuenta la oferta hídrica atmosférica, que en este caso es representado por la precipitación proporcionada de los escenarios climáticos RPC 4.5 y RPC 8.5. Es importante resaltar que si se considera el promedio anual de precipitación de las regiones no se ven riesgos en la disponibilidad de agua de los recursos hídricos bajo los escenarios de crecimiento considerados, sin embargo si se considera la distribución temporal de la precipitación si es posible identificar riesgos y amenazas en la disponibilidad hídrica atmosférica. Esto se debe a que la precipitación no posee una distribución pareja en todos los meses del año, existen zonas donde las precipitaciones son menores que otras, y además es importante considerar los períodos de lluvias y de sequías y las tecnologías utilizadas para la recolección y almacenamiento de agua de lluvia.

En las siguientes figuras se observan la distribución espacial de la precipitación media anual (1961-1990) para la Región del Gran Chaco Americano

#### *Precipitación Chaco Argentino*

Analizando la precipitación mensual se observa en las provincias de Argentina, Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca, La Rioja y Santiago del Estero, un periodo seco (época de bajas precipitaciones) bien definido de mayo a setiembre, en cambio en las provincias de; Formosa, Chaco, Santa Fe y Córdoba se observa el mismo periodo seco pero con valores más altos.

#### *Precipitación Chaco Boliviano*

En cuanto a la precipitación del Chaco Boliviano, en la siguiente figura se analiza la distribución temporal de la precipitación en los departamentos de Bolivia, se observa que resalta un periodo seco bien definido en los departamentos de Chuquisaca y Tarija en los meses de julio a setiembre a diferencia de Santa Cruz que el fenómeno es más leve.

#### *Precipitación Chaco Paraguayo*

En la siguiente figura se observa el comportamiento de la precipitación mensual promedio de los años 1961 – 1900 de los departamentos de Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes, pertenecientes al Chaco Paraguayo. Los meses de menor precipitación promedio son junio, julio, agosto y septiembre, con mayor acentuación en el departamento de Boquerón, siendo el que más tiende sufrir sequías en la región.

### Anomalías en la temperatura y precipitación anual (2021 – 2030) – Escenario RCP 8.5

- De acuerdo al escenario climático RCP 8.5, la precipitación en el Chaco Argentino (2021 – 2030) disminuirá llegando incluso a promedios negativos en el Norte y la zona central, al contrario del suroeste donde el promedio de precipitación será de 200 mm/año.
- En cuanto al Chaco Boliviano, el promedio de precipitación disminuirá en todo el territorio chaqueño, especialmente en el Oeste y Suroeste.
- Igualmente en el Chaco Paraguayo disminuirá el promedio de precipitación con valores negativos, con mayor acentuación en el Sureste del territorio.
- A diferencia del promedio de precipitación, la temperatura media anual (2021 – 2030) considerando el escenario climático RCP 8.5, aumentará en toda la región chaqueña.
- En el Chaco Argentino aumentará de 1 a 2°C en el Noroeste y centro de la región, de 0 a 1°C en el Suroeste y de 3 a 4°C en una pequeña parte del Noreste.

- En el Chaco Boliviano, se observa un aumento de 3 a 4°C en todo el Norte y de 1 a 2°C en el Suroeste y en una pequeña parte del Sureste.
- En el Chaco Paraguayo se aumentará la temperatura en el Norte y en la parte central de 1 a 2°C y en el Sureste de 3 a 4°C.

#### Anomalías en la temperatura y precipitación anual (2021 – 2030) – Escenario RCP 4.5

- Considerando el escenario climático RCP 4.5, se observarán disminuciones en la precipitación anual promedio en toda la región del Gran Chaco (2021 – 2030).
- En el Chaco Argentino los valores promedios serán negativos salvo en el Sur de la región, donde se registrarán valores promedio de 200 mm/año.
- Así también en el Chaco Boliviano la precipitación disminuirá, principalmente en una fracción del Este del territorio chaqueño.
- En el Chaco Paraguayo la disminución de la precipitación será en todo el territorio de manera uniforme.
- En cuanto a las anomalías de la temperatura del escenario climático RCP 4.5 (2021 – 2030), se observa un aumento en toda la región.
- La temperatura promedio del Chaco Argentino aumentará de 1 a 2°C en todo el territorio salvo en una pequeña fracción sur donde se observa un aumento de 0 a 1°C.
- Mayores elevaciones de temperatura se observan para el Chaco Boliviano, principalmente en el Norte y Noreste del territorio con aumentos de 2 a 3°C; y al Sur de 1 a 2°C.
- Finalmente en el Chaco Paraguayo las temperaturas aumentan de 2 a 3°C principalmente en el Norte, Noreste y Sureste de la región; y en el Este y centro de 1 a 2°C.

#### La Demanda de agua en contraste con la Oferta hídrica

Se han estimado los impactos del crecimiento de la economía en la disponibilidad de agua, para ello se tuvieron en cuenta las políticas nacionales de los tres países para calcular la demanda de agua total de sus actividades económicas. El período estudiado fue desde el 2014 (año base) al 2030.

En Argentina se consideraron los crecimientos anuales del PIB teniendo en cuenta las proyecciones del Banco Mundial. Para las estimaciones del Chaco Boliviano se consideraron crecimientos anuales según las proyecciones del Fondo Monetario Internacional y el Instituto Nacional de Estadística. En cuanto al Chaco Paraguayo se consideraron las proyecciones del Plan Nacional de Desarrollo 2030.

A partir de los resultados del crecimiento de la economía en base a políticas nacionales se pudo realizar una comparación con la disponibilidad de agua y los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 para observar cuáles podrían ser los futuros impactos. Según los resultados obtenidos, el aumento de la economía, y con ello el aumento de la demanda de agua, no afecta a la disponibilidad de agua en la región. El consumo de agua se mantiene por debajo de la oferta de agua en los tres países.

En los siguientes gráficos se demuestra el aumento de la demanda según el crecimiento económico con los escenarios de disponibilidad de agua de los tres países.

En primer lugar se observa que al crecer la economía del Chaco Argentino en un 3% no se ven serias amenazas en el crecimiento económico de las actividades ya que no hay una restricción de disponibilidad de agua considerando los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 para el período de tiempo 2014 – 2030.

Seguidamente se observa que el crecimiento de la economía del Chaco Boliviano en un 5,08% no se encuentra restringida por la disponibilidad de agua en la región. Considerando los escenarios climáticos RPC 4.5 y RPC 8.5 para el periodo de tiempo 2014 – 2030.

Por último se presenta el escenario de crecimiento económico del 6,80 del Chaco Paraguayo, el cual fue considerado por el Plan Nacional de Desarrollo 2030 (PND). Se observa que no existe restricción del crecimiento económico por la disponibilidad de agua debido a que la demanda de agua se encuentra por debajo de la oferta de agua. Considerando también los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5 para el periodo de tiempo 2014 – 2030

¿Cuáles períodos son identificados como críticos para la producción primaria? ¿Y cuáles son sus respectivos vínculos en la cadena de producción?

El régimen de lluvias, normalmente, sería suficiente, si se cumpliera durante todo el año. Sin embargo, hay una época de lluvias, y otras, sin lluvias. Este es el principal problema de la sequía del Chaco. Aquellos sectores que han tomado precauciones con suficientes reservorios (aljibes, tajamares, pozos) pueden aguantar un buen tiempo sin lluvias. Otros, que no tienen reservorios, sienten la falta de lluvias muy tempranamente.

En los últimos años, el Chaco se ha convertido en una región cada vez más poblada y con mayor producción; el régimen ecológico no ha variado, es el mismo. Esto, en el invierno, época sin lluvias, se convierte en la gran preocupación de la gente. Algún día, esto debe cambiar y deben adecuarse las políticas públicas para el Chaco con su naturaleza. Más población, más ganado vacuno, pero igual cantidad de lluvias con el mismo calendario de distribución de siempre, esto es el Chaco

En cuanto a escenarios futuros, las lluvias en el Gran Chaco tienen un gradiente este-oeste y se concentran en verano. En el Alto y Bajo Paraguay disminuyen entre un 14 y 5%, mientras que en el Bajo Paraná, aumenta un 6% en el futuro (2011 – 2040). En los periodos 2040 – 2070 y 2070 – 2100, las lluvias aumentan en el Bajo Paraguay y Bajo Paraná.

El clima actual tiene una fuerte variabilidad estacional, interanual e inter-decadal en la región del Gran Chaco. El clima futuro con los escenarios RCP 4.5 muestran un aumento de la temperatura en todo el Chaco hasta el 2100.

Los sectores más afectados por la variabilidad climática son aquellos de mayor relevancia en las actividades productivas.

Para el Chaco Argentino serán los sectores: Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos; Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras; Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes y Construcción.

Para el Chaco Boliviano: Productos pecuarios; Productos agrícolas industriales; Productos agrícolas no industriales; Productos alimenticios diversos; Petróleo crudo y gas natural.

En el caso del Chaco Paraguayo: los sectores de mayor relevancia son: Producción de carne; ganadería, Resto agricultura; Producción de lácteos; Forestal.

### Principales sectores productivos y gestión de agua identificados

Se han identificado tres sistemas productivos principales en el Gran Chaco Americano, estos sistemas cuentan con sus técnicas de recolección y almacenamiento de agua para producción y uso doméstico, los mismos son: Sistema tecnológico, Sistema tradicional de agricultores (pequeños agricultores) y Sistema indígena.

- Sistema tecnológico

Consiste en sistemas mantenidos por grandes ganaderos y menonitas nacionales e internacionales (más de 1.000 ha de tierra). Amplia ganadería en pastizales o en pastos naturales.

Grandes inversiones en el manejo mejorado del ganado (genética, mayor productividad, infraestructura y forrajes) y aumento de la productividad de las vacas lecheras.

- Sistema tradicional de agricultores (pequeños agricultores)

Está constituido por pequeños agricultores (menos de 500 ha de tierra), autosuficiente en sus propias tierras y algunos cultivos en alquiler. Venden la leche a las colonias menonitas para la industrialización lo cual ha ayudado a cambiar el nivel de vida de muchas familias con ingresos regulares.

- Sistema indígena

Este sistema practica la agricultura de subsistencia y ganadería simple, con razas rústicas.

Recientemente han comenzado con la producción de carbón en hornos subterráneos, una actividad que tiene un impacto relativamente pequeño en el medio ambiente ya que la leña se corta manualmente.

El sustento de las tribus nómadas depende de la caza y la recolección. Mantienen su conocimiento tradicional de la ecología práctica, y son cazadores muy eficientes.

### LOGROS DE LA INVESTIGACIÓN

- **ASPECTOS TÉCNICOS**

En cuestiones técnicas la investigación logró los objetivos planteados en las preguntas de investigación citadas anteriormente, además de lo citado a continuación:

- **Generación de una base de datos** económica, social y ambiental vinculada a las diferentes actividades que forman parte de la economía regional del Chaco Argentino, el Chaco Paraguayo y el Chaco Boliviano.
  - Se ha identificado las principales actividades que aportan a la economía de cada región.
  - Se ha estimado la cantidad de agua que consume cada una de las actividades que se desarrolla en la Región del Gran Chaco Americano, para los sectores primarios, secundarios y terciarios.
  - Se han identificado precio productor y precio consumidor de las diferentes actividades económicas de la región.
  - Se ha identificado los sectores, así como las cadenas, de valor más importantes en términos económicos y de consumo de agua para la región.
  - Se ha logrado determinar el consumo de agua por unidad de producción de cada actividad, es decir el vínculo entre el sistema económico y el uso del recurso hídrico.

- **Desarrollo de escenarios de crecimiento económico** de acuerdo a las políticas nacionales para cada país parte del Gran Chaco Americano.
- **Desarrollo de escenarios climáticos RPC 4.5 y RPC 8.5** para la Región del Gran Chaco Americano, identificando años y áreas de variaciones importantes de precipitación y temperatura para un periodo de tiempo 2011-2050.
- Análisis de las **actividades económicas** con posibles restricciones en su producción debido a la falta del recurso hídrico, a partir del análisis de la estacionalidad climática como a la de los escenarios climáticos.
- **Identificación y caracterización de tres sistemas productivos** que se desarrollan en la región, con la utilización de tecnologías y gestión de los recursos hídricos diferentes. Sistema productivo con alta tecnología (Sistema productivo con alta tecnología, Sistema productivo tradicional (pequeños agricultores), Sistema productivo indígena)

- **COHESION DE ACTORES**

Muchas de las recomendaciones que se plantearon en la investigación están muy relacionadas y contribuyen a las acciones para lograr el cumplimiento de los Compromisos Nacionales Determinados (NDCs), compromisos asumidos en el Acuerdo Paris por Bolivia, Argentina y Paraguay.

El desafío para la Región del Gran Chaco Americano es conciliar la producción agropecuaria con prácticas que aseguren un desarrollo sostenible en la región. En este sentido aún hay mucho que investigar aun, a pesar que la presente investigación ha logrado un gran avance; la identificación de los tres sistemas productivos principales y sus características. Adicionalmente ésta investigación resalta que los recursos hídricos, con el promedio de precipitación promedio anual, no mete en riesgo el desarrollo de las actividades económicas, bajo la premisa de que existan medidas eficientes de adaptación, debido a que los largos periodo de sequías presentan una distribución de la precipitación bien marcada (Colonias menonitas del Chaco Paraguayo).

En este sentido la identificación de estos los tres sistemas de producción ha permitido identificar las vulnerabilidades ante la variabilidad climática para aquellos sistemas de producción que no consideran al capital social como un rol crucial en temas de adaptación al cambio climático.

En Paraguay Id es la institución encargada de apoyar a la SEAM en la preparación del Plan de Implementación de las NDCs, lo cual representa un gran desafío en la identificación de las propuestas consensuadas (desarrollo en equilibrio con lo ambiental) para que el compromiso gubernamental y las acciones por parte de los actores ejecutores (sector público y privado) pueda ser un hecho y no mero compromiso de papel.

Estos resultados dan orientaciones a nuestros gobiernos y al sector privado donde deben concentrar los recursos, las inversiones y los incentivos para lograr una eficiente producción, apuntando a la utilización de tecnologías, lograr mayor productividad, no extenderse en superficie e incorporar practicar sostenibles.

Conciliar la producción con el desarrollo sustentable se aplica a toda la región, y es un desafío para el gobierno de Argentina como para el de Bolivia con matices de estas actividades a diferencia de Paraguay que es netamente ganadero.

A partir de esta situación regional surge la posibilidad de conformar una plataforma regional con la integración de instituciones público-privadas, así como de agencias de cooperación con miras a unir esfuerzos en la implementación de las acciones recomendadas en esta investigación.

Se ha hecho una lista de instituciones involucradas e interesadas en la iniciativa de conformar una Plataforma Regional:

- Ministerio del Ambiente – Argentina
- Ministerio de la Producción y el Ambiente – Provincia de Formosa - Argentina
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Argentina
- Universidad Nacional de Nordeste – Argentina
- Universidad Nacional de Formosa (UNaF) - Argentina
- Instituto para la Agricultura Familiar (IPAF) – Argentina
- Secretaria del Ambiente – Paraguay
- Gobernación de Boquerón – Paraguay
- Gobernación de Pte Hayes – Paraguay
- Cooperativa Chortizer – Paraguay
- Cooperativa Ferheim – Paraguay
- Federación de Cooperativas de Producción – Paraguay
- Asociación de Recursos Hídricos del Paraguay – Paraguay
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Bolivia
- Universidad de la Cordillera del Bolivia – Bolivia
- Gobernación de Tarija – Bolivia
- Gobernación de Santa Cruz - Bolivia
- Gobernación de Chuquisaca - Bolivia
- Facultad de Agronomía - Universidad de Chile
- Oficina Regional FAO – Chile
- Banco de desarrollo de América Latina (CAF)

#### • **FORTALECIMIENTO DEL LIDERAZGO INSTITUCIONAL**

Un tema no menor es que el equipo investigador, así como las instituciones partes han logrado posicionarse a nivel regional a través del proceso de la investigación, el cual requirió de visitas técnicas, entrevistas a referentes, focus group, presentación a autoridades y actores clave, así como talleres y presentaciones en espacios de difusión que fueron reportados en el informe de difusión.

La investigación previa la conformación de una instancia técnica denominada “Comité Técnico Regional”, instancia conformada por especialistas de diferente formación relacionada a la región con el objetivo de tener sugerencias y comentarios de una instancia ajena a los investigadores.

Es clave mencionar que el grupo de investigación se ha ampliado, considerando la necesidad de incorporar más profesionales, investigadores de instituciones que han colaborado con datos, información, reflexiones técnicas etc., así como la incorporación al grupo de investigadores Juniors que se han formado en el transcurso de la ejecución de la investigación.

Finalmente varias instituciones han demostrado interés en la investigación que han colaborado con experiencias regionales de adaptación al cambio climático, vinculados a la problemática regional, bosques, agua, tecnologías, acciones de mitigación al cambio climático ect.

Consideramos que la creación de capacidad ha sido fortalecida y enriquecida con la elaboración de una investigación que se base en un tema vanguardista que es el desarrollo de una herramienta que se utiliza como base de la contabilidad ambiental, instrumento que cuentan solo los países en desarrollo.

Para el equipo técnico institucional, esta investigación no cierra un ciclo, todo lo contrario abre una gama de oportunidades en diferentes ámbitos del desarrollo.

- **LOGROS EN ASPECTOS ACADEMICOS**

Es importante mencionar que la investigación ha generado información intermedia y final que pueden ser utilizados como base de otras investigaciones.

Por otra parte se ha desarrollado una herramienta, en realidad se ha adaptado la Matriz Insumo Producto (MIP) de forma tal que puede ser aplicado a estimar demanda no solo de agua, sino aplicados a otros sectores, por ejemplo estimación de CO<sub>2</sub> a partir de crecimiento de los sectores económicos. Así mismo estimaciones de consumo o demanda energética ect.

Se ha elaborado un formato macro de esta herramienta MIP, el cual es utilizado como un programa para estimación de consumo de agua a partir de escenarios de crecimiento económico para la región. Es un programa muy didáctico que permite hacer simulaciones de crecimiento de diferentes sectores individuales o combinados (cadenas de producción) obteniendo el consumo de agua que se requiere para sostener ese crecimiento.

### CONCLUSIONES

La matriz insumo producto, es una herramienta que permite analizar a la región a nivel macro en forma, pero integral considerando todas las actividades económicas contempladas. La misma identifica los patrones de comportamiento en relación a los consumos de agua, en forma directa e indirecta, en escenarios de crecimiento y escenarios climáticos. La cual permite:

Comprender la necesidad de abordar una nueva forma de planificar el desarrollo, introduciendo la sostenibilidad de la gestión de los recursos hídricos y los derechos humanos al agua.

Identificar las necesidades potenciales de inversión para la recolección y el almacenamiento de agua para el consumo humano y las actividades económicas, teniendo en cuenta los escenarios climáticos.

Analizar la demanda de consumo directo e indirecto de agua, que se puede contrastar en relación con escenarios climáticos (RPC 4.5 y RPC 8.5), para identificar niveles de riesgo o vulnerabilidades para los sectores sociales y productivos.

La sostenibilidad de los recursos hídricos no se vería afectada considerando los volúmenes de consumo proyectados para los escenarios climáticos. Sin embargo, cuando se analiza la distribución estacional, se observan riesgos con respecto al acceso al agua.

El principal problema es que los productores, especialmente los pequeños productores con prácticas tradicionales, no tienen suficientes infraestructuras para capturar y almacenar agua. La disponibilidad de agua aparentemente no es el problema, pero la ineficiencia para capturarlo y almacenarlo sí lo es.

A nivel macro, los principales sectores demandantes de agua (ganadería, agricultura y petróleo y gas) son viables bajo los diferentes escenarios climáticos y niveles de crecimiento presentados en documentos oficiales, teniendo en cuenta la demanda directa e indirecta y el suministro atmosférico de agua.

La sostenibilidad del recurso agua no se vería afectada, considerando los volúmenes de consumo proyectados para los escenarios climáticos utilizados y tomando la precipitación media anual. Sin embargo si consideramos la distribución de la precipitación anual, es decir se consideran las estaciones, si se identifican riesgos en el acceso al agua.



Este problema de acceso a agua es muy particular de los pequeños productores y el segmento más vulnerable de la población (la de escasos recursos y comunidades indígenas), ya que se caracterizan por no tener la capacidad de invertir en infraestructura para recolección y almacenamiento de agua.

Este segmento de la población es el claro ejemplo de la falta de políticas claras e inclusivas por parte del gobierno para el desarrollo de la región.

### RECOMENDACIONES

En términos de contribución con la NDCs estas medidas y quizás otras deberían ser profundizadas para aportar a los planes de implementación de los planes nacionales y locales que integren medidas de adaptación y mitigación. Se identificaron algunos lineamientos generales:

- Introducción de la silvicultura (cría de ganado bajo los bosques) son acciones que contribuyen con la no tala de bosques.
- Promover sistemas de manejo del agua que permitan a los sistemas productivos asegurar el acceso, y garanticen el derecho humano al agua.
- Establecer planes de gestión territorial de forma participativa, con miras al desarrollo inclusivo y sostenible.
- Implementar planes locales de adaptación integrando acciones de mitigación y adaptación basadas en ecosistemas.
- Aprovechar las ventajas competitivas a nivel regional y promover la integración productiva.
- Impulsar un mayor intercambio de experiencias en la adopción de medidas de adaptación (tecnologías y conocimientos locales).

La región Chaqueña es conocida por su gran potencial agropecuario, en especial por la cría de ganado vacuno, lo cual es explotado de manera natural en grandes extensiones de tierras dotándole de un prestigio a la carne regional que inclusive es exportada. Esto implica un gran desafío para los países de la región en la identificación de mejores prácticas y tecnologías compatibles con el desarrollo económico y el desarrollo sostenible, en especial el desarrollo de economías baja en carbono.

Esta investigación ha permitido identificar mejores prácticas para una producción sostenible del ganado y lograr la adopción una marca regional para producir carne "natural" basada en la carne de res alimentada con pasto natural.

Este punto es importante para poder contar estimaciones de costos de inversión de diferentes sistemas de manejo de agua desde la recolección, el almacenamiento y la distribución de agua para consumo y producción en la región.

Es importante crear espacios de intercambio de experiencias a nivel regional, enfocadas a la adopción de medidas de adaptación (tecnologías y conocimiento local) donde cada una de los países pueda aportar con sus experiencias a modo de lecciones aprendidas.

También se recomienda propiciar una reunión conformada por un grupo multisectorial para explorar posibles donantes para región con miras a concretar acciones específicas en la región identificadas en la presente investigación, en específico lo relacionado a las NDCs.

## 1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es una iniciativa con una duración de 2 años, que cuenta con el financiamiento del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (IDRC, por sus siglas en inglés), a través de su programa “Cambio Climático y Agua”.

A nivel regional, está conformado por las tres instituciones de investigación que conforman el Centro de Conocimiento para el Gran Chaco Americano, creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como parte del programa Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y la Acción frente al Cambio Climático para Latino América y el Caribe (REGATTA), el cual nació con el objetivo de tener un conocimiento exhaustivo de las instituciones claves en toda la región en materia de cambio climático, a fin de intercambiar experiencias y conocimientos entre ellas, buscando sinergias y contribuyendo al fortalecimiento de la región.

El consorcio integrado por la Universidad Nacional de Formosa (UNaF) y el Instituto Universitario de Formosa, de Argentina; la Fundación de la Cordillera (FC) de Bolivia y el Instituto Desarrollo (ID) de Paraguay, mantiene a su cargo la gestión del Centro de Conocimiento para la Región del Gran Chaco, y llevó a cabo el estudio “Vulnerabilidad e Impacto del sector agropecuario y de los recursos hídricos para la región del Gran Chaco Americano” (2013). El objetivo del estudio fue identificar las áreas más vulnerables, entender su capacidad de adaptación, así como proponer acciones de adaptación considerando la potencialidad de los ecosistemas.

“La falta de agua de buena calidad, en cantidades suficientes y de manera permanente es el factor limitante para el desarrollo humano, agrícola, ganadero e industrial del Gran Chaco Americano. Este es uno de los ecosistemas más grandes e importantes de Sudamérica, con una fragilidad proveniente de su condición árida y semiárida” (Passig R., 2005).

Este estudio busca determinar, entre otras interrogantes, cuál es el consumo total de agua para cada sector de la economía del Chaco, el valor económico del agua en términos de unidades de producto interno de la región, además de precisar cuál sería la demanda de agua en diversos escenarios de crecimiento económico y de escenarios climáticos.

Es así como, el objetivo general de esta investigación es: “valorizar el impacto del cambio climático en el Gran Chaco Americano, desde la perspectiva de los sistemas productivos y recursos hídricos”.

Entre los objetivos específicos, se destacan:

1. Evaluar y cuantificar el uso del agua y las transferencias virtuales en los sistemas productivos en el Gran Chaco Americano, a través de la aplicación del modelo input-output.
2. Valorar los impactos socioeconómicos del cambio climático en los recursos hídricos en diferentes escenarios de crecimiento y escenarios climáticos.
3. Diseñar una herramienta integral (socio-económica y ambiental) para colaborar con el sector público y privado en la identificación de medidas de adaptación ante la variabilidad climática y toma de decisión basada en evidencias.

Otro de los aspectos importantes a ser abordados por la investigación guarda relación con un material de referencia el cual aborda temas como la determinación del vínculo existente entre los sistemas económico, social y ambiental en nuestros países. La metodología de esta investigación,

específicamente, servirá de guía y se podrá utilizar para estudios similares posteriores que permitirían identificar vacíos de información en la relación mano de obra, empleo, pérdida de masa boscosa, stock de carbono en situaciones de crecimiento y extremos climáticos, entre otros.

La información generada podrá ser útil a los gobiernos nacionales, gobiernos sub-nacionales y locales, así como al sector privado (cooperativas, gremios), productores, y otras instituciones de investigación, quienes a su vez podrían profundizar en la temática y resultados a beneficio del bienestar de las poblaciones.

Una investigación, en la cual se pretende integrar los principales componentes del desarrollo sustentable (ambiental, social y económico) de una región conformada por tres países con realidades sociopolíticas diferentes pero una historia y factores ambientales comunes, representa un gran desafío. Para alcanzar el objetivo general se requiere construir una metodología compleja que vincule los consumos directos de agua de los distintos sectores de la economía, que a su vez requiere ser analizado de manera independiente para los países que conforman el gran chaco americano debido a la heterogeneidad de cada una de estas regiones.

Por otro lado, además de los actores políticos, se han identificado actores claves para conformar un Comité Técnico Asesor Regional (CTAR), el cual tiene como función asesorar, difundir, facilitar y promocionar el trabajo de investigación con el fin último de buscar los nichos de aplicación e incidencia de los resultados de la investigación.

En encuentros realizados con el equipo técnico de los tres países, surgió la temática del agua como patrimonio humano y de la vida, dando un giro – adaptable – a la mirada diferente al recurso en el presente trabajo. Inclusive, se ha pasado a plantear una interesante pregunta para la investigación: “¿En qué medida, la madre tierra podrá soportar el actual modelo de desarrollo en región?”.

### **1.1 Metodología utilizada**

La aplicación de la metodología de la Matriz de Insumo Producto (MIP o Matriz Input – Output), para determinar la demanda directa e indirecta de agua, muestra las relaciones entre los sectores de la economía. De esta manera, es posible analizar cuánta agua hay detrás de la producción de cada sector de la economía de un país, sin perder de vista que hay otros bienes que no tienen valor de mercado, y que tampoco están plasmadas las externalidades negativas como la contaminación resultante de los procesos productivos.

La matriz insumo producto (MIP) de un país establece un registro de las transacciones que se llevan a cabo entre los distintos sectores económicos como resultado de sus demandas y ofertas recíprocas de los insumos requeridos para el desarrollo del proceso de producción (Mariña Flores 1993).

La MIP ha sido ampliamente utilizada en el campo de la economía como eje de la mayoría de los modelos económicos, ya que constituye el método principal para revelar los efectos inter-industria de la actividad empresarial.

La matriz insumo producto se encuentra dispuesta en forma de una tabla, la cual se compone de filas y columnas que contienen como encabezados los nombres de los sectores de la economía del país.

Las celdas de cada columna contienen el valor del insumo de alguna industria en particular, mientras que cada fila contiene el valor del producto de una industria. Debido a esta disposición la MIP puede ilustrar como los cambios en un sector económico puede generar un flujo de efectos en otros sectores.

Desde las décadas de 1960 – 1970 se ha observado un mayor interés en el estudio de los vínculos entre el sistema económico y el ambiente. A través del análisis de las matrices insumo producto es posible

cuantificar las conexiones tanto directas como indirectas entre los sistemas humanos y el resto de la naturaleza debido a que existe una fuerte relación entre la estructura productiva de un país y los recursos naturales que ésta consume para su desarrollo.

El uso de la MIP en el campo ambiental, a su vez, genera información que facilita la elaboración de políticas basadas en evidencias. Con los resultados que de ella derivan se pueden realizar diagnósticos sobre la responsabilidad particular de los sectores económicos en el consumo de recursos naturales, así como identificar patrones y tendencias de consumo de recursos.

Por lo tanto, el enfoque de esta investigación es la valoración del agua en los procesos productivos, a través de la determinación de los litros de agua que se utilizan para producir una cantidad X de un producto. Para tal efecto no solamente es considerado el sistema primario (agropecuario), sino también el secundario (industrial) y el terciario (servicios). Sin embargo, esta herramienta metodológica puede ser aplicada a una gran variedad de ámbitos con un enfoque ya sea más ambiental o social, según el objetivo que se persigue.

Existe una amplia variedad de estudios sobre el Gran Chaco Americano que contienen descripciones detalladas de las características físicas, geológicas, edafológicas, climáticas, de recursos hídricos, poblacionales, así como de la biodiversidad y los diversos ecosistemas existentes en este amplio territorio. Por lo tanto, el diagnóstico que incluye esta fase de la investigación, presenta solo una síntesis de estas características y se enfoca en los componentes objeto de la investigación: por un lado los sectores productivos y por otro lado los actores que podrían implementar y promover políticas públicas y hacer que esta investigación tenga una incidencia en la toma de decisiones.

## **1.2 Determinación del consumo de agua**

Para la determinación de los distintos consumos de agua de las actividades económicas del Chaco, fueron utilizados datos de fuentes secundarias. Los mismos fueron recolectados a través de revisión de literatura de información disponible en páginas web y bibliografía varia digital. Para la carga de datos en la planilla Excel fue necesario precisar la unidad de medida utilizada y el link o referencia bibliográfica a partir de la cual se obtuvo la información.

Fueron tomados más de un valor de consumo de agua de referencia, para que a partir de allí se pudiera obtener un promedio que permita un valor que se acerque a lo que la literatura establece.

Se crearon hojas en un libro de Excel en la cual se encuentra información sobre los consumos de agua de la actividad agrícola, la actividad pecuaria, y en una tercera hoja, las actividades económicas que conforman el sector secundario y terciario.

## **1.3 Construcción matriz insumo producto para la región del Chaco**

En primer lugar, es necesario identificar los sectores de la economía Paraguaya, Argentina y Boliviana, para iniciar la construcción de la matriz.

A manera de ejemplo, para detallar los pasos a seguir en esta construcción, utilizaremos el caso de Paraguay, debido a que presenta avances en esta etapa en comparación a los demás países participantes y que ha servido como ejemplo a los equipos de Bolivia y Argentina para facilitar la interpretación de los detalles metodológicos.

Fueron utilizados los 33 sectores del matriz insumo producto del Paraguay. A partir de los mismos se identificaron las actividades económicas que componen a cada uno de los sectores de la economía. Los datos de los rubros agropecuarios de la región del Chaco, que conforman el sector primario de la

economía, fueron obtenidos del Censo Agropecuario Nacional 2008 y de las publicaciones anuales “Producción Agropecuaria: Síntesis Estadística” del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

En lo que respecta a las actividades económicas de los sectores secundario y terciario, la información fue recopilada del Censo Económico Nacional (CEN) 2011 generado por la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos.

Por último, de manera a que las actividades económicas del CEN 2011 estuvieran correctamente ubicadas en cada uno de los 33 sectores de la matriz según corresponda, fueron utilizadas las nomenclaturas establecidas en “Las Clasificaciones y el Marco Central del Sistema de Cuentas Nacionales del Paraguay” (BCP 1999).

A partir de allí, fue posible estructurar y caracterizar la matriz económica con información correspondiente a las actividades productivas que son desarrolladas en la región del chaco paraguayo. Esto fue posible gracias a la intensa búsqueda de información, sea de fuente primaria o secundaria, además de la revisión de trabajos de investigación similares que permitieron orientar los pasos a seguir.

Cabe destacar que el desafío de esta metodología radica en la escasez de datos disponibles pero que finalmente este desafío se convierte en un producto más considerando que se construye información que a la actualidad esta no disponible. Además, al ser una metodología que se encuentra en construcción, presenta constantemente variaciones en la forma de elaboración de la misma.

#### **1.4 Características Hidroclimáticas del Gran Chaco Americano – Presente y Futuro**

##### **1.4.1 Descripción del Clima Actual**

Además del informe del consultor sobre clima futuro, se revisó la literatura asociada al clima actual. Ésta contempló diversos artículos científicos publicados en la región como Lichtenstein 1980; Saulo y otros 2004, quienes describieron la circulación de la humedad para la formación de tormentas en el noroeste argentino; Nogués-Paegle y otros 2002, quienes describieron la vinculación de la ZACAS con la ocurrencia de lluvias en el centro de la región de Sudamérica, incluyendo el Gran Chaco americano. Marengo et al., 2004; Rodriguez y Cavalcanti, 2006; Zamboni et al., 2010, describieron la influencia del Low Level Jet en la ocurrencia de lluvias intensas al oeste de los Andes, también muy importante en la descripción de las lluvias ocurridas en el clima actual.

Se utilizaron los datos del Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur (CRC-SAS) para la generación de mapas georreferenciados del clima actual, temperatura y precipitación del Gran Chaco americano, que fueron disponibilizados en la presentación del 26 de julio.

##### **1.4.2 Evaluación del Balance Hídrico Superficial**

Se realizó la revisión y evaluación del documento resumen elaborado por el consultor hidrológico, que describía el balance hídrico superficial para el Paraguay. Basado en este balance se recomendó utilizar como agua útil para la producción el correspondiente a la escorrentía y la infiltración, que en términos generales, puede estimarse en un 40 % del total de agua precipitada en el área del Gran Chaco americano. Esto considerando la pérdida por evapotranspiración del 60 % del agua de lluvia precipitada.

Este valor fue utilizado para recalcular los volúmenes de agua utilizados por los diferentes sectores productivos.

En la presentación se incluyeron algunas figuras adicionales para describir el régimen hidrológico en la región.

#### 1.4.3 Descripción del Clima Futuro

Previo a la descripción del clima futuro, para el periodo 2010-2040, se realizó una descripción de los principales factores de la variabilidad climática actual. Entre estos factores se mencionó los siguientes:

- Las temperaturas de los océanos son la principal causa de la variabilidad del clima.
- El fenómeno El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) con sus fases El Niño, La Niña y Neutralidad.
- La Oscilación del Atlántico Norte.
- La Oscilación de Madden – Julian (MJO)
- Las Oscilaciones de baja frecuencia como el PDO (Oscilación Decadal del Pacífico).
- La cobertura de hielo en los polos.
- Otros.

En este punto se mencionó que la variabilidad climática es muchas veces más determinante debido al fuerte impacto en los sectores productivos. Se presenta en el siguiente cuadro un resumen de la tasa de lluvias, caudal y evapotranspiración en la región de la Cuenca del Plata para diferentes escalas de variación climática (Barros et al., 2006).

**Tabla 1. Tasas promedio de precipitación sobre la cuenca del Plata y caudal del Río de la Plata correspondientes a diferentes escalas temporales de variabilidad.**

	<b>Tasa de lluvia (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>)</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>)</b>	<b>Evap+Infilt (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>)</b>
1998	107000	36600	70400
1999	81600	20440	61600
Diferencia	23%	44%	13%
El Niño	76000	25250	50750
La Niña	71000	21640	49360
Diferencia	7%	17%	3%
1951-1970	72000	19300	52700
1980-1999	83500	26000	56500
Diferencia	16%	35%	9%

Con relación al clima futuro es importante resaltar que existen fuentes de incertidumbre tales como:

- Incertezas en las emisiones futuras de los gases de efecto invernadero (GEI) y los aerosoles, la actividad volcánica y solar que afectan el forzamiento radiativo del sistema climático.
- Incertezas sobre los efectos directos del aumento de la concentración de los GEI en las plantas, y de estas en el clima futuro.
- Incertezas en la sensibilidad de los modelos frente a los patrones regionales.
- Variabilidad natural del clima.

- Conocimiento incompleto de los procesos físicos importantes en el clima y su parameterización.

Se utilizaron los resultados generados por el consultor sobre escenarios de cambio climático para los RCP 4,5 y RCP 8,5. Igualmente se revisaron los resultados del CORDEX para los mismos RCP. La diferencia fundamental entre estos dos resultados radica en que el primero, fue resultado de la modelación del INPE (Brasil) a una resolución de 10 Km, mientras que los resultados de CORDEX (Europa) corresponden a nuevos escenarios generados por el Centro Europeo y con una resolución espacial de 50 Km. Los resultados de CORDEX son más actualizados.

No obstante, existen coincidencias en los resultados de ambos escenarios para nuestra región y particularmente el Gran Chaco americano, objeto del estudio.

#### 1.4.4 Conclusiones

- Las lluvias en el Gran Chaco tienen un gradiente este-oeste y se concentran en el verano.
- El clima actual tiene una fuerte variabilidad estacional, interanual e interdecadal en la región del Gran Chaco.
- El clima futuro con los escenarios RCP4.5 muestran un aumento de la temperatura en todo el Chaco hasta el 2100.
- Las lluvias en el Gran Chaco, en el Alto y Bajo Paraguay disminuyen entre un 14 y 5 %, mientras que en el Bajo Paraná, aumenta un 6 % en el periodo 2011-2040.
- En los periodos 2040-2070 y 2070-2100 las lluvias aumentan en el Bajo Paraguay y Bajo Paraná.

#### 1.4.5 ¿Hasta cuándo y cuánto se puede llegar a producir teniendo el agua como factor limitante?

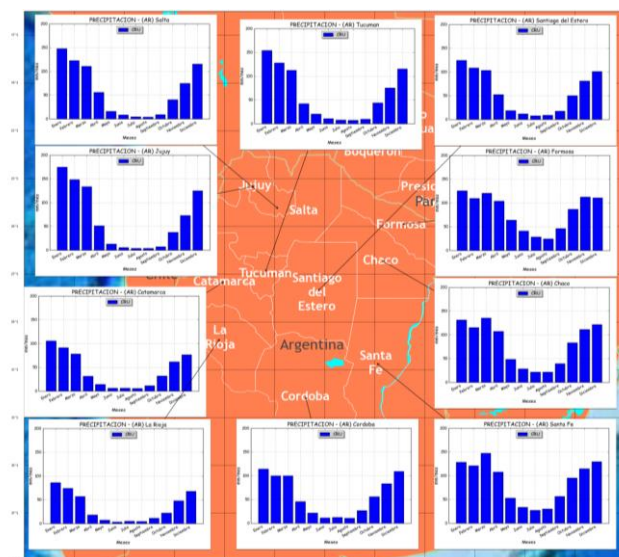
Para identificar el impacto del crecimiento económico en la disponibilidad de agua se tuvo en cuenta la oferta hídrica atmosférica, que en este caso es representado por la precipitación proporcionada de los escenarios climáticos RPC 4.5 y RPC 8.5. Es importante resaltar que si se considera el promedio anual de precipitación de las regiones no se ven riesgos en la disponibilidad de agua de los recursos hídricos bajo los escenarios de crecimiento considerados, sin embargo si se considera la distribución temporal de la precipitación si es posible identificar riesgos y amenazas en la disponibilidad hídrica atmosférica. Esto se debe a que la precipitación no posee una distribución pareja en todos los meses del año, existen zonas donde las precipitaciones son menores que otras, y además es importante considerar los períodos de lluvias y de sequías y las tecnologías utilizadas para la recolección y almacenamiento de agua de lluvia.

En las siguientes figuras se observan la distribución espacial de la precipitación media anual (1961-1990) para la Región del Gran Chaco Americano

#### - Precipitación Chaco Argentino

Analizando la precipitación mensual se observa en las provincias de Argentina, Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca, La Rioja y Santiago del Estero, un periodo seco (época de bajas precipitaciones) bien definido de mayo a setiembre, en cambio en las provincias de; Formosa, Chaco, Santa Fe y Córdoba se observa el mismo periodo seco pero con valores más altos.

Figura 1. Distribución espacial de la precipitación media anual (1961-1990) para el Chaco Argentino

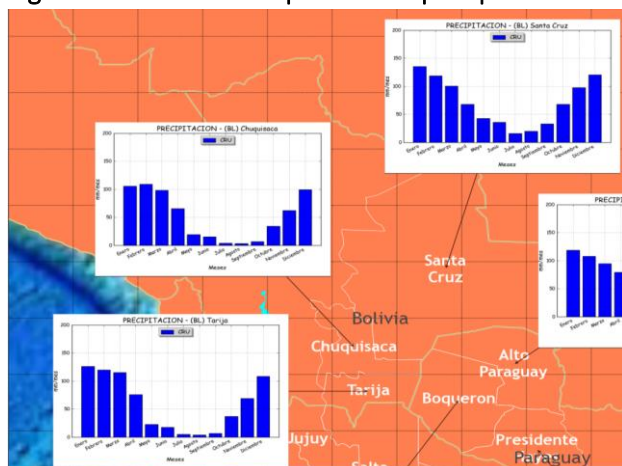


Fuente: Elaboración propia con datos de CPTEC y modelo CRU

#### - Precipitación Chaco Boliviano

En cuanto a la precipitación del Chaco Boliviano, en la siguiente figura se analiza la distribución temporal de la precipitación en los departamentos de Bolivia, se observa que resalta un periodo seco bien definido en los departamentos de Chuquisaca y Tarija en los meses de julio a setiembre a diferencia de Santa Cruz que el fenómeno es más leve.

Figura 2. Distribución espacial de la precipitación media anual (1961-1990) en Chaco Bolivia



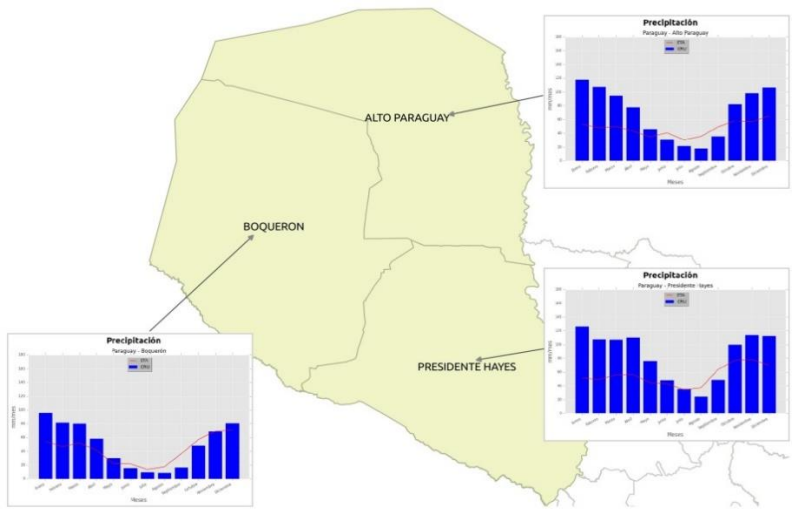
Fuente: Elaboración propia con datos de CPTEC y modelo CRU

#### - Precipitación Chaco Paraguayo

En la siguiente figura se observa el comportamiento de la precipitación mensual promedio de los años 1961 – 1900 de los departamentos de Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes, pertenecientes al Chaco Paraguayo. Los meses de menor precipitación promedio son junio, julio, agosto y septiembre, con mayor acentuación en el departamento de Boquerón, siendo el que más tiende sufrir sequías en la región.



Figura 3. Distribución temporal de la precipitación mensual (1961-1990) datos CRU



Fuente: Elaboración propia con datos de CPTC y modelo CRU

Tabla 2. Anomalías en la temperatura y precipitación anual (2021 – 2030) – Escenario RCP 8.5

<p>Anomalía de la Precipitación anual (2021 – 2030) Escenario climático RCP 8.5</p>	<p>De acuerdo al escenario climático RCP 8.5, la precipitación en el Chaco Argentino (2021 – 2030) disminuirá llegando incluso a promedios negativos en el Norte y la zona central, al contrario del suroeste donde el promedio de precipitación será de 200 mm/año.</p> <p>En cuanto al Chaco Boliviano, el promedio de precipitación disminuirá en todo el territorio chaqueño, especialmente en el Oeste y Suroeste.</p> <p>Igualmente en el Chaco Paraguayo disminuirá el promedio de precipitación con valores negativos, con mayor acentuación en el Sureste del territorio</p>
<p>Anomalía de la Temperatura anual (2021 – 2030) Escenario climático RCP 8.5</p>	<p>A diferencia del promedio de precipitación, la temperatura media anual (2021 – 2030) considerando el escenario climático RCP 8.5, aumentará en toda la región chaqueña.</p> <p>En el Chaco Argentino aumentará de 1 a 2°C en el Noroeste y centro de la región, de 0 a 1°C en el Suroeste y de 3 a 4°C en una pequeña parte del Noreste.</p>

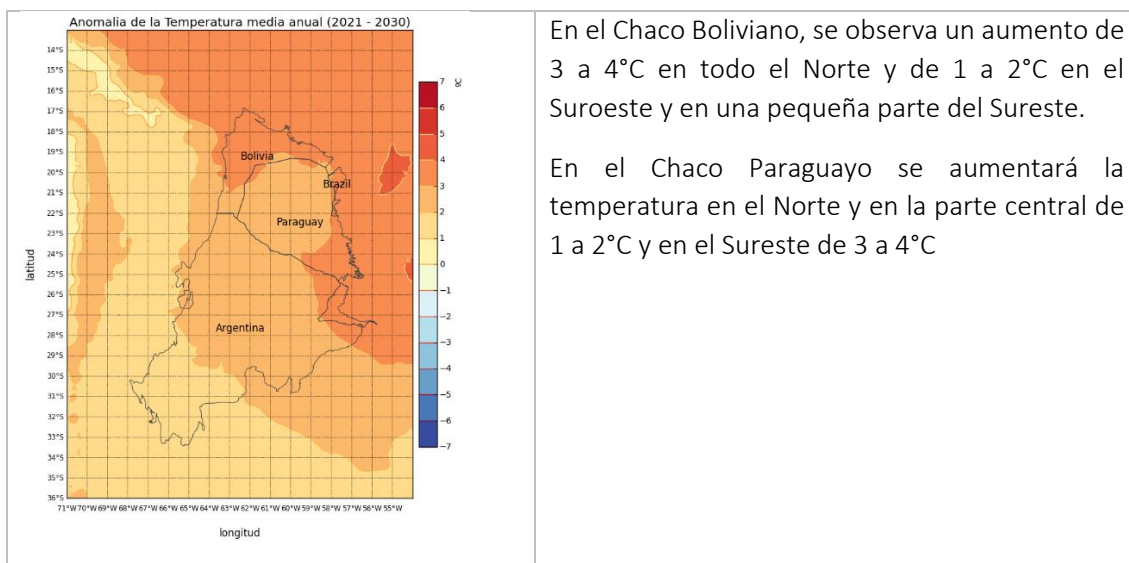
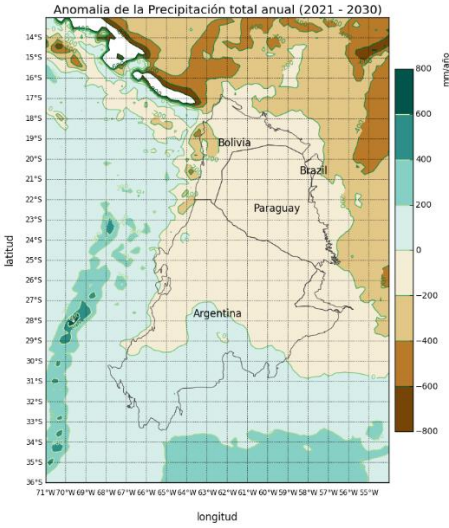
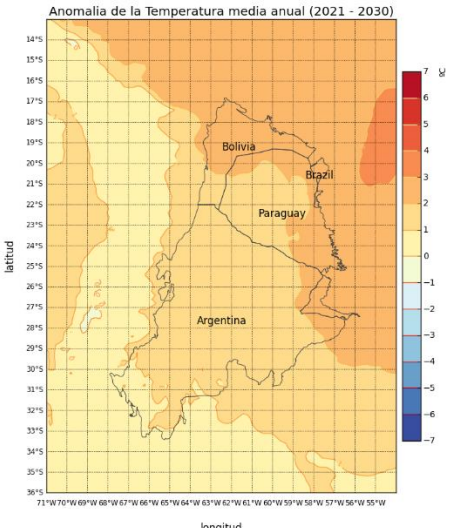


Tabla 3. Anomalías en la temperatura y precipitación anual (2021 – 2030) – Escenario RCP 4.5

<p>Anomalía de la Precipitación anual (2021 – 2030) Escenario climático RCP 4.5</p> 	<p>Considerando el escenario climático RCP 4.5, se observarán disminuciones en la precipitación anual promedio en toda la región del Gran Chaco (2021 – 2030).</p> <p>En el Chaco Argentino los valores promedios serán negativos salvo en el Sur de la región, donde se registrarán valores promedio de 200 mm/año.</p> <p>Así también en el Chaco Boliviano la precipitación disminuirá, principalmente en una fracción del Este del territorio chaqueño.</p> <p>En el Chaco Paraguayo la disminución de la precipitación será en todo el territorio de manera uniforme.</p>
<p>Anomalía de la Temperatura anual (2021 – 2030) Escenario climático RCP 4.5</p> 	<p>En cuanto a las anomalías de la temperatura del escenario climático RCP 4.5 (2021 – 2030), se observa un aumento en toda la región.</p> <p>La temperatura promedio del Chaco Argentino aumentará de 1 a 2°C en todo el territorio salvo en una pequeña fracción del Sur donde se observa un aumento de 0 a 1°C.</p> <p>Mayores elevaciones de temperatura se observan para el Chaco Boliviano, principalmente en el Norte y Noreste del territorio con aumentos de 2 a 3°C; y al Sur de 1 a 2°C.</p> <p>Finalmente en el Chaco Paraguayo las temperaturas aumentan de 2 a 3°C principalmente en el Norte, Noreste y Sureste de la región; y en el Este y centro de 1 a 2°C</p>

## 2 RESULTADOS GENERALES

Respondiendo las preguntas de investigación, las cantidades de agua por unidad productiva fueron determinadas por medio de la matriz I-O en la cual se combinaron los datos de volumen de agua utilizado para producir una unidad monetaria, con esta herramienta se ha logrado calcular cuántos litros de agua se utilizan por unidad monetaria (litros/\$).

Al realizar estas estimaciones para todos los sectores económicos fue posible hacer comparaciones entre las actividades con consumos más eficientes de agua en términos monetarios así como también de las actividades de mayor consumo de agua y las de mayor importancia económica. Se han realizado rankings para los tres países.

### 2.1 Consumo de agua por unidad monetaria

En el Chaco Argentino, los resultados apuntan a que las actividades del sector primario son las de mayor consumo por unidad monetaria. El sector económico de Silvicultura y extracción de madera es el sector que precisa de más litros de agua para producir una unidad monetaria, aproximadamente 20.000 litros/USD, el sector de Cultivos industriales en segundo lugar necesita 4.876 litros/USD, Cultivos de cereales, oleaginosas y forrajeras 3.813 litros/USD, Cultivos de frutas y nueces 2.893 litros/USD y Cultivo de hortalizas, legumbres, flores y plantas ornamentales 2.677 litros/USD.

En el Ranking del Chaco Boliviano se puede observar que el sector Productos agrícolas no industriales ocupa el primer lugar, consumiendo 8.960 litros de agua/USD, Productos agrícolas industriales 7.257 litros/USD, Productos pecuarios 6.791 litros/ USD, Silvicultura, caza y pesca 6.264 litros/USD y Madera y productos de madera 904 litros/USD entre los primeros cinco sectores de mayor consumo.

El caso del Chaco Paraguay es similar a los demás chacos demostrando que las actividades del sector primario son las de mayor consumo, siendo el sector Ganadero el mayor consumidor de agua por unidad monetaria utilizando 22.022 litros/USD, seguidamente el sector Forestal 20.505 litros/USD, Resto Agricultura 13.661 litros/USD, Algodón 6.867 litros/USD y el Complejo Sojero 5.295 litros/USD.

### 2.2 Importancia económica

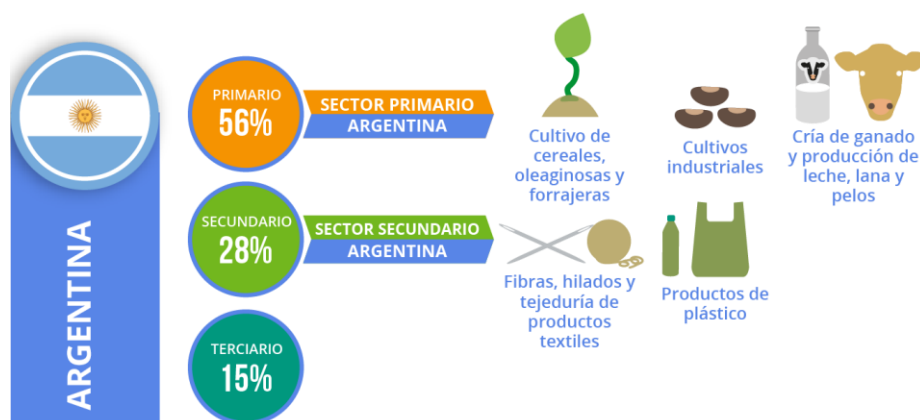
En el Chaco de Argentina se puede observar que en el ranking de importancia económica, las actividades del sector terciario ocupan los primeros lugares. El sector de Comercio minorista encabeza el ranking con 8,84% de la producción, le sigue el sector de Administración pública y defensa y planes de la seguridad social de afiliación obligatoria con 6,20%, Actividades inmobiliarias 4,99%, Comercio mayorista 4,63% y Salud humana privada 3,45% entre los primeros cinco.

En el Chaco boliviano el sector que más importancia económica tiene es el del Petróleo crudo y gas natural con el 16,4% de la producción, seguidamente del sector de Productos alimenticios diversos con 8,4% de la producción, Carnes frescas y elaboradas 8,1%, servicios de la administración pública 6,2% y Productos de molinería y panadería 5,5% entre los primeros cinco de mayor importancia.

En el ranking de los sectores según importancia económica, en el Chaco Paraguay se observa que el sector de Producción de carne ocupa el primer lugar con el 39,69% de la producción total de bienes y servicios en el año 2014. La ganadería ocupa el segundo lugar con el 31,70%, seguidamente el sector de la Construcción presenta el 6,47%, los Servicios gubernamentales el 5,07%, el Comercio 4,74% y la Producción de lácteos con el 4,43%.

## 2.3 Consumo de agua

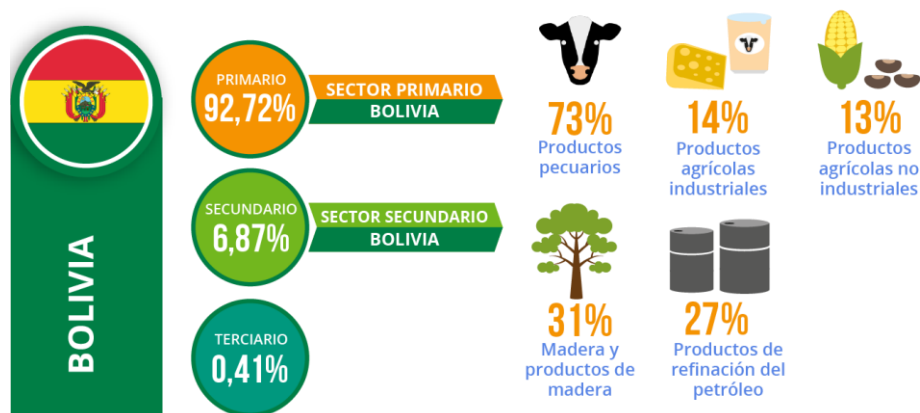
Figura 4. Consumo de agua Chaco Argentino



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de la MIP

En cuanto al ranking según consumo de agua de forma directa, en el Chaco Argentino se observa que en primer lugar se encuentra el sector Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras con un consumo del 43,11%, Cultivos industriales 21,45%, Fibras, hilados y tejedurías de productos textiles 6,21%, Electricidad 5,86% y Productos de plástico 5,26% entre los primeros cinco sectores que más consumen agua en su proceso de producción.

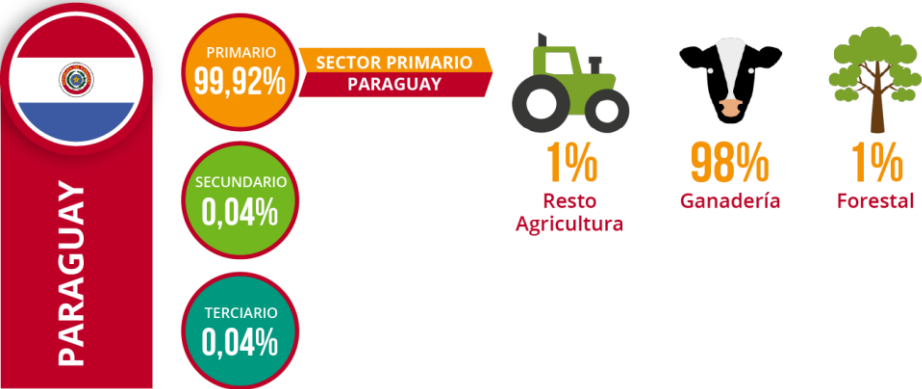
Figura 5. Consumo de agua Chaco Boliviano



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de la MIP

En el Chaco Boliviano, las actividades del sector primario las que más cantidades de agua consumen siendo el sector de Productos agrícolas industriales el principal con un consumo del 36,4%, el sector de Productos agrícolas no industriales le sigue con el 36,1%, productos pecuarios 14,3%, Silvicultura, caza y pesca 6% y Madera y productos de madera 3%.

Figura 6. Consumo de agua Chaco Paraguayo



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de la MIP

Se puede observar que en el ranking de los sectores de mayor consumo de agua en el Chaco Paraguayo, la ganadería ocupa el primer lugar con cerca del 97%, seguido por el sector forestal 1,20%, Resto agricultura 1,07%, algodón 0,13% y Construcción 0,03%.

### 3 ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE AGUA EN EL CHACO ARGENTINO

A través de los cálculos realizados utilizando una matriz de insumo-producto, se han estimado el consumo de agua directo e indirecto en base a la estructura productiva del país. Asimismo, se han realizado estimaciones en base a escenarios de crecimiento por actividades económicas y por cadenas productivas.

La matriz de insumo producto utilizada para el presente análisis ha sido elaborada en base a la última matriz de insumo-producto (MIP) disponible, que corresponde al año 1997.

#### 3.1 Impacto de crecimiento de sectores específicos

Se presentan a continuación los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas bajo diferentes escenarios de crecimiento a fin de estimar el incremento del consumo directo e indirecto de agua como consecuencia del crecimiento estimado en los sectores seleccionados.

##### 3.1.1 Producción Ganadera

El sector de Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos es uno de los de mayor relevancia para la economía del Chaco Argentino. Se realizan los escenarios estimando incrementos del 10%, 20%, 30%, 40% y 50% del sector.

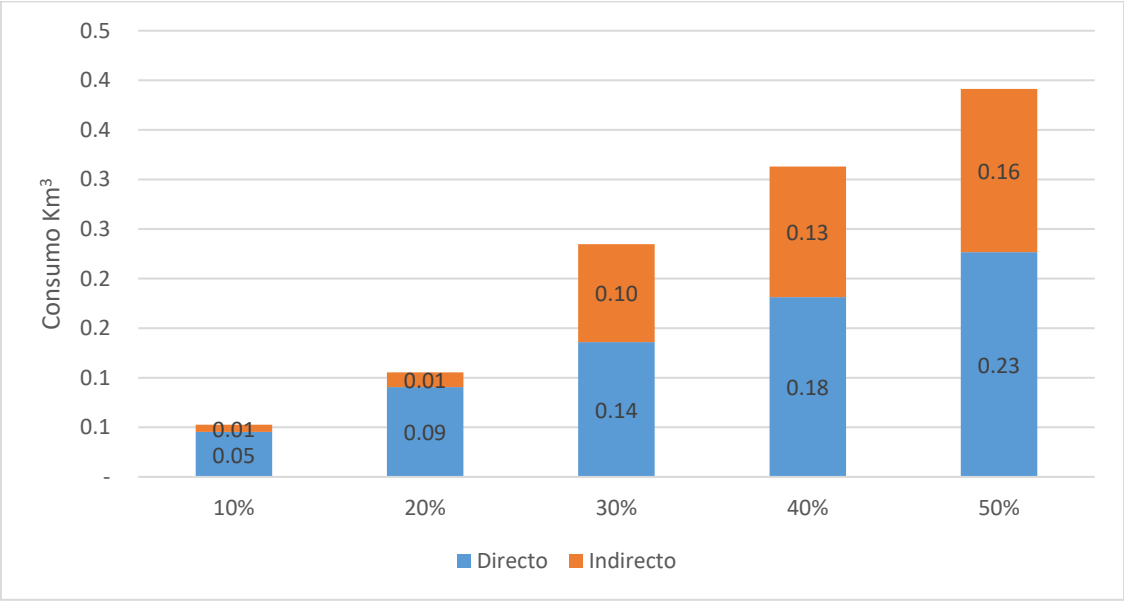
En la siguiente tabla se observa que los mayores incrementos de consumo de agua corresponden a los consumos directos del sector Cría de ganado, y en menor medida el consumo indirecto del mismo sector y del Cultivo de cereales, oleaginoso y forrajeras.

**Tabla 4. Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento**

Consumo	Sector	10%	20%	30%	40%	50%
Directo	CRÍA DE GANADO Y PRODUCCIÓN DE LECHE, LANA Y PELOS	0,05	0,09	0,14	0,18	0,23
Indirecto	Cría de Ganado y producción de leche, lana y pelos	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
	Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras			0,08	0,10	0,13

Fuente: Elaboración propia en base a MIP Argentina, 1997.

Figura 7. Escenario de crecimiento del sector Ganadero (km³)



3.1.2 Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras

En los resultados de los escenarios de crecimiento del sector Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras se observa que los mayores incrementos son consumos directos, llegando a cerca de 2 millones de litros en el escenario de crecimiento del 50%. Los consumos indirectos son menores en todos los escenarios estudiados.

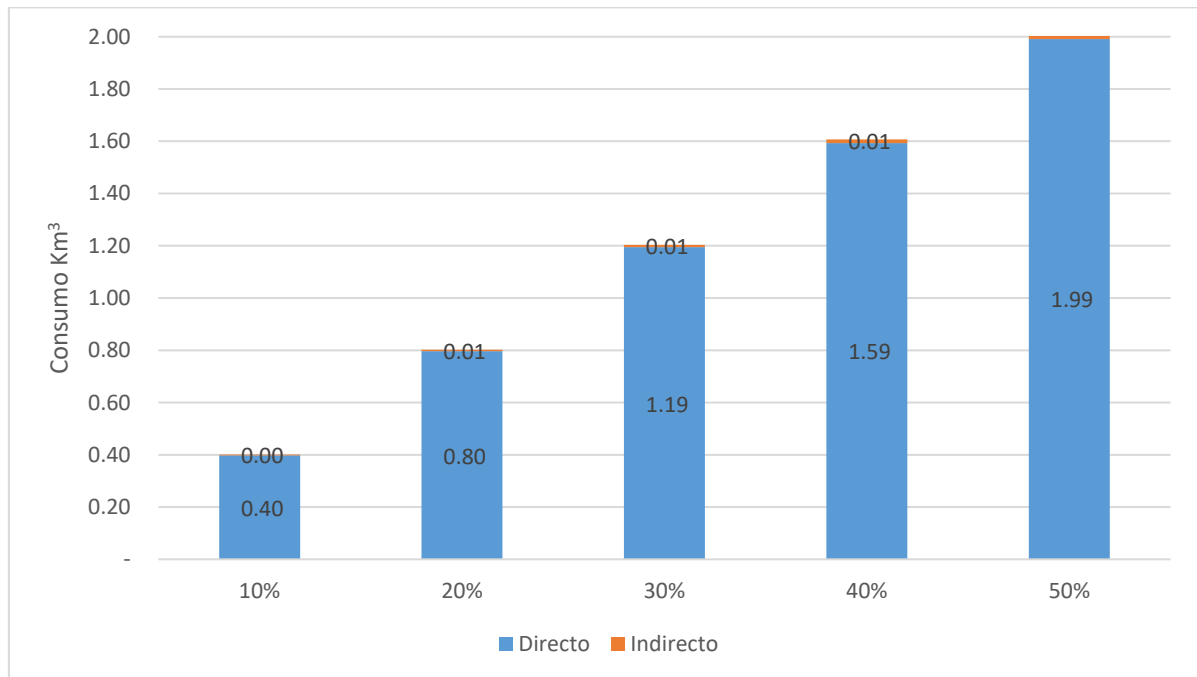
Tabla 5. Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km³)

Consumo	Sectores	10%	20%	30%	40%	50%
Directo	CULTIVO DE CEREALES, OLEAGINOSAS Y FORRAJERAS	0,40	0,80	1,19	1,59	1,99
Indirecto	Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras	0,003	0,01	0,01	0,01	0,01
	Otros sectores				0,002	0,01

Fuente: Elaboración propia en base a MIP Argentina, 1997.



Figura 8. Escenario de crecimiento del sector Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras (km<sup>3</sup>)



### 3.1.3 Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes

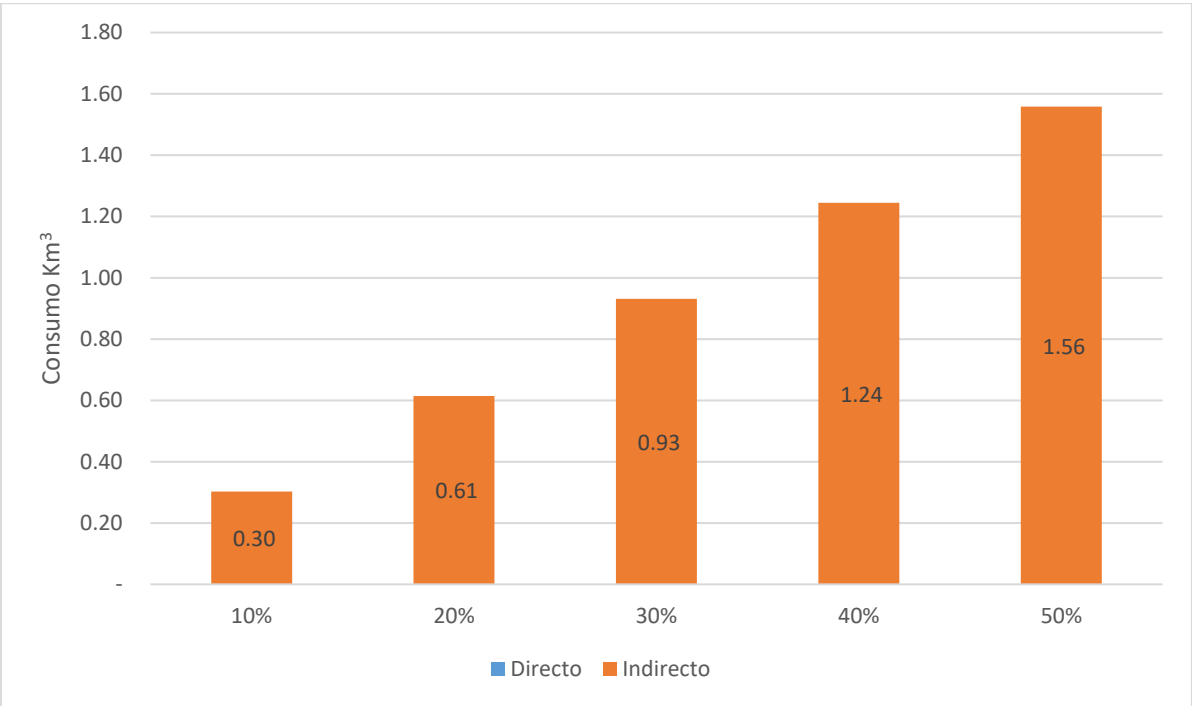
En los escenarios de crecimiento del sector Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes se observa que los consumos indirectos de agua son mayores a los consumos directos. A medida que incrementan las actividades en este sector, aumentan los consumos de agua indirectos del sector Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajes.

Tabla 6. Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km<sup>3</sup>)

Consumo	Sector	10%	20%	30%	40%	50%
Directo	MATANZA DE ANIMALES, CONSERVACION Y PROCESAMIENTO DE CARNES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indirecto	Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cultivo de Cereales. Oleaginosas y Forrajes	0,11	0,22	0,34	0,45	0,56
	Otros sectores	0,19	0,39	0,59	0,79	1,00

Fuente: Elaboración propia en base a MIP Argentina, 1997.

Figura 9. Escenario de crecimiento del sector Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes (Km³).



### 3.1.4 Construcción

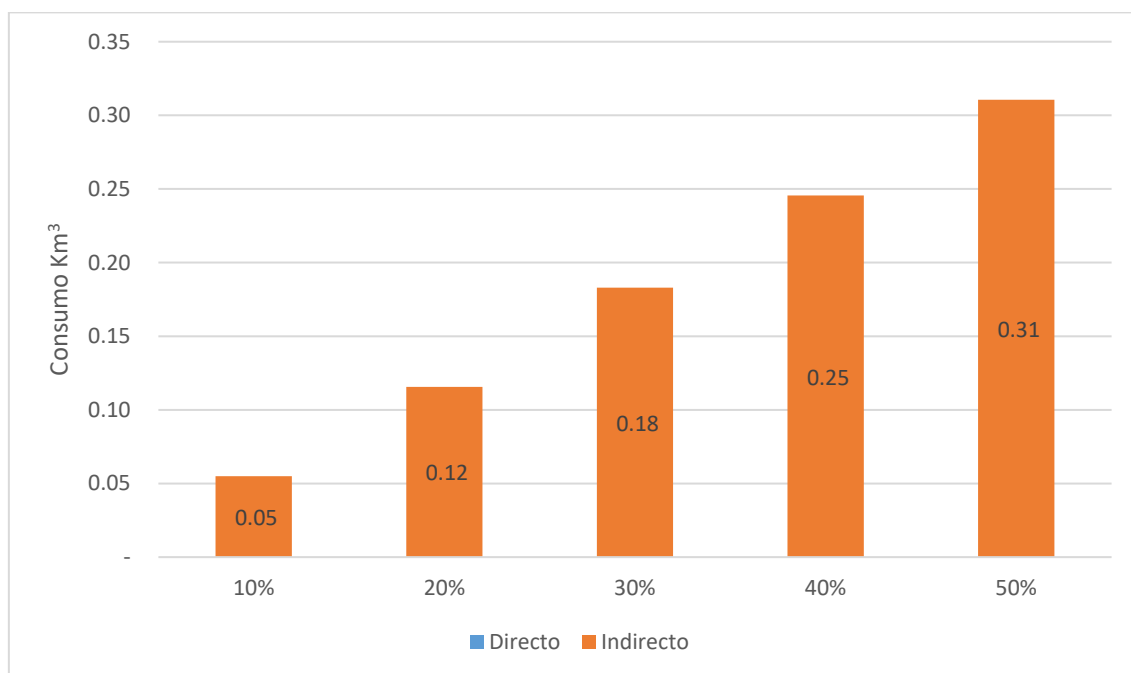
En este sector se observa que el consumo indirecto es mayor al consumo directo, principalmente por el sector de Productos de Plástico el cual tiene un consumo indirecto que va de 0,02 y 0,09 Millones de litros aproximadamente en todos los escenarios de crecimiento estudiados, tal como se expone en la siguiente tabla.

Tabla 7. Construcción: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km³)

Consumo	Sector	10%	20%	30%	40%	50%
Directo	CONSTRUCCION	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indirecto	Construcción	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Productos de Plástico	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09
	Otros sectores	0,04	0,08	0,13	0,17	0,22

Fuente: Elaboración propia en base a MIP Argentina, 1997.

Figura 10. Escenario de crecimiento del sector Construcción (Km³)



### 3.2 Impacto del crecimiento de sectores combinados

#### 3.2.1 Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos y Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes

En este ejercicio se combinan los sectores Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos y Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes y se analiza la demanda directa e indirecta de agua bajo diversos escenarios de crecimiento.

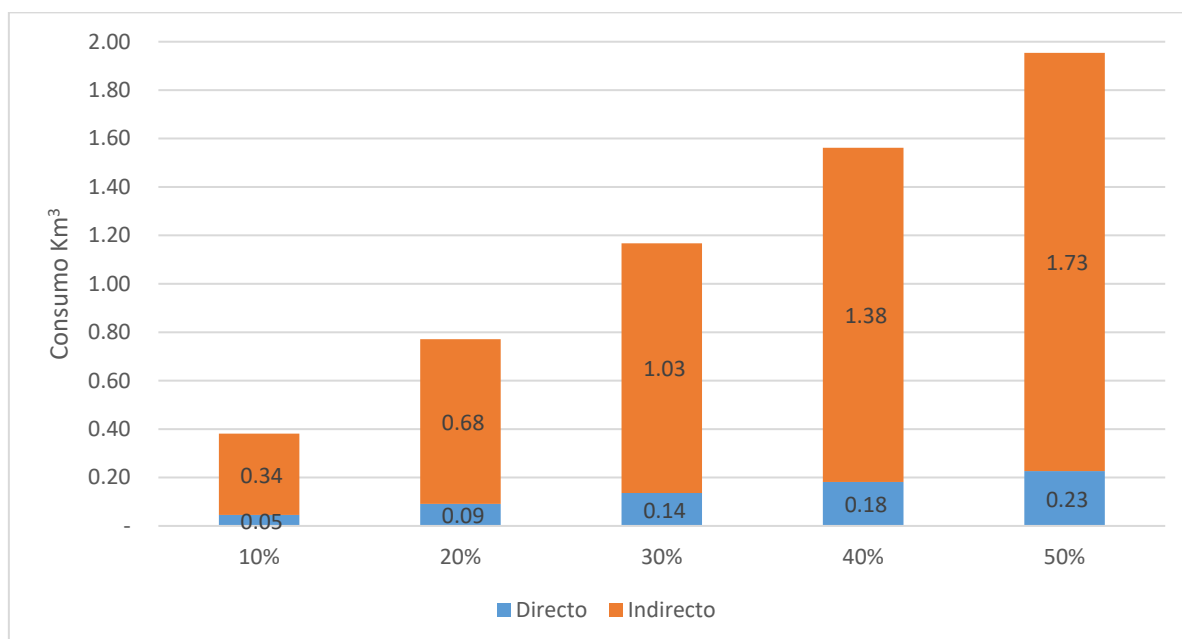
La mayor parte de la demanda de agua proviene del consumo indirecto los sectores Cultivo de cereales, oleaginosos y forrajeras y de los consumos directos e indirectos del sector Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos (Ganadería).

Tabla 8. Cría de ganado y Matanza de animales: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km³)

Consumo	Sector	10%	20%	30%	40%	50%
Directo	GANADERÍA	0,05	0,09	0,14	0,18	0,23
	CARNE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indirecto	Ganadería	0,20	0,39	0,59	0,79	0,98
	Carne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69
	Otros sectores	0,00	0,01	0,03	0,04	0,05

Fuente: Elaboración propia en base a MIP Argentina, 1997.

Figura 11. Crecimiento de los sectores Ganadería y Carne (Km³)



### 3.2.2 Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras, Cría de Ganado y Matanza de animales.

En esta sección se combinaron los escenarios de crecimiento de tres sectores: Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras, Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos y Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes para el análisis de la demanda de agua.

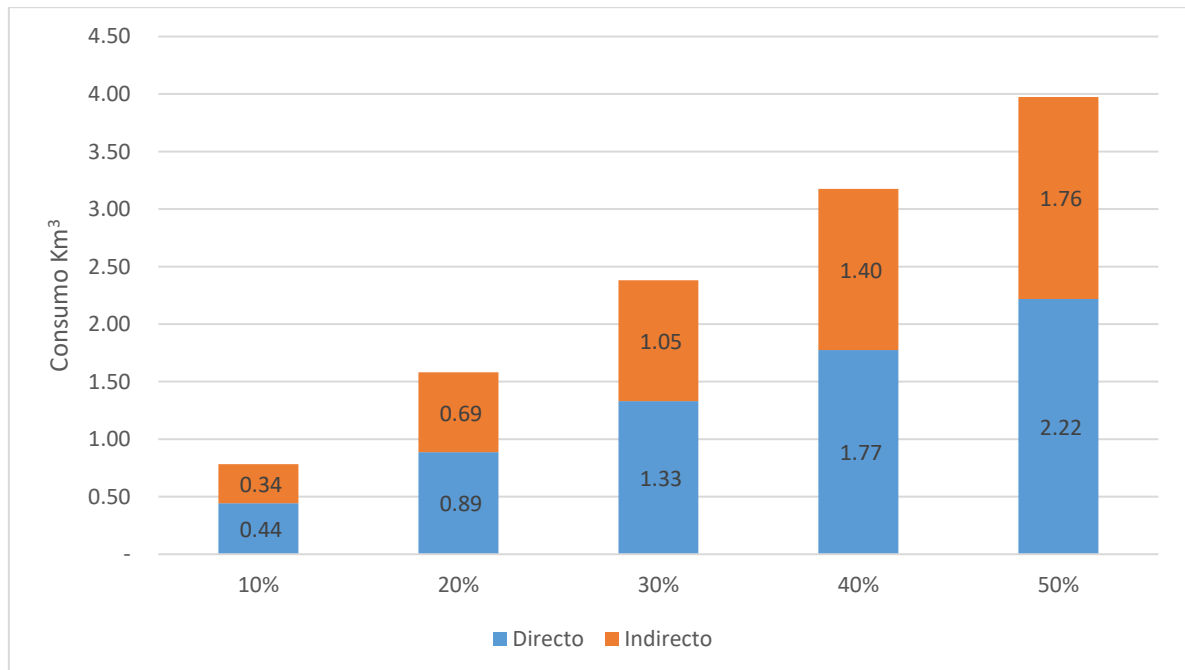
Se puede observar mayor demanda de agua de forma directa e indirecta del sector Cultivo de cereales. Seguidamente los consumos directos e indirectos del sector Cría de ganado y en menor medida Otros sectores y Matanza de animales, considerando la escasa demanda de agua por parte de los procesos productivos vinculados a estos sectores.

Tabla 9. Cultivo de cereales, Cría de ganado y Matanza de animales: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km³)

Consumo	Sectores	10%	20%	30%	40%	50%
Directo	CULTIVO DE CEREALES	0,40	0,80	1,19	1,59	1,99
	GANADERIA	0,05	0,09	0,14	0,18	0,23
	CARNE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Indirecto	Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70
	Ganadería	0,20	0,39	0,59	0,79	0,98
	Carne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Otros sectores	0,00	0,02	0,04	0,05	0,07

Fuente: Elaboración propia en base a MIP Argentina, 1997.

**Figura 12. Crecimiento de los sectores Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras, Cría de Ganado y Matanza de animales (Km<sup>3</sup>)**



### 3.3 Impacto del crecimiento de la economía regional en base a políticas nacionales

Para realizar estos escenarios se consideraron crecimientos anuales para llegar a metas específicas, se hicieron escenarios de crecimiento del PIB Nacional 2014 – 2030 y del sector Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos de los años 2014 - 2030

#### 3.3.1 Escenario de crecimiento de la economía regional 2014 – 2030

En este ejercicio se estimó la demanda de agua directa e indirecta teniendo en cuenta crecimientos anuales del PIB teniendo en cuenta las proyecciones del Banco Mundial, se consideraron escenarios de crecimiento del 2,2%, 2,6% y 3% en todos los sectores de la economía. En la siguiente figura se observa un crecimiento progresivo en ambos consumos (directo e indirecto), siendo la demanda indirecta la mayor en todos los años estudiados.

Figura 13. Crecimiento del 2,2% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto (Km³)

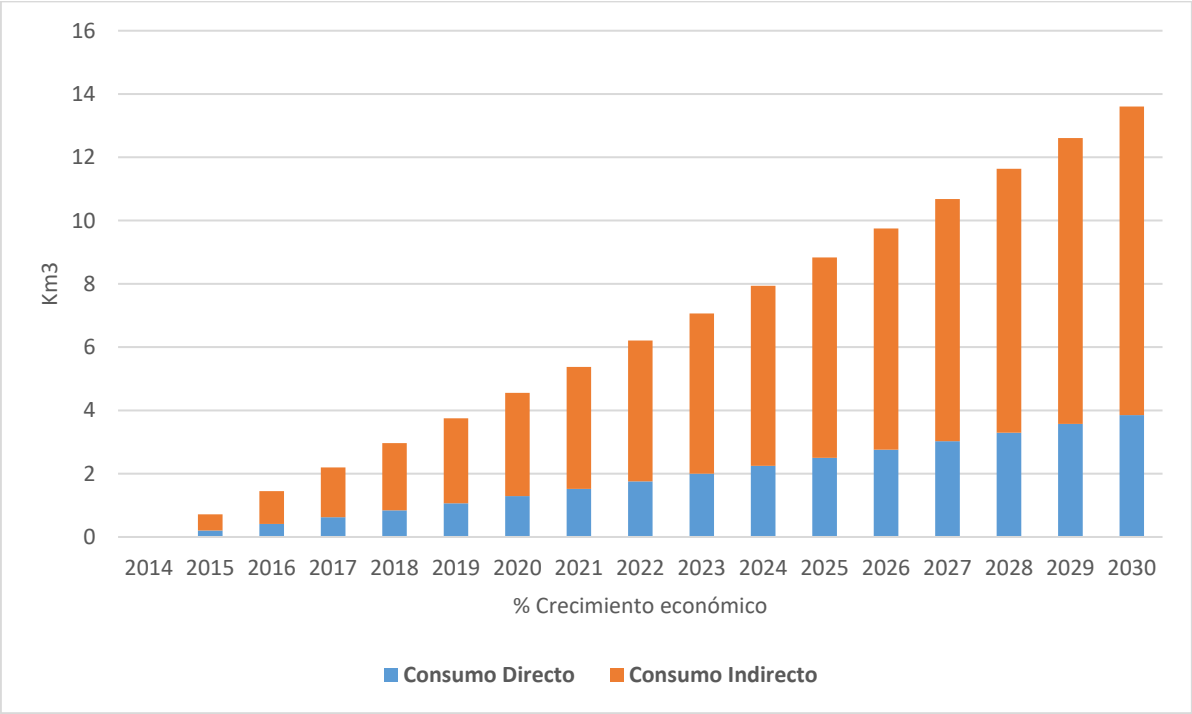


Figura 14. Crecimiento del 2,6% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto (Km³)

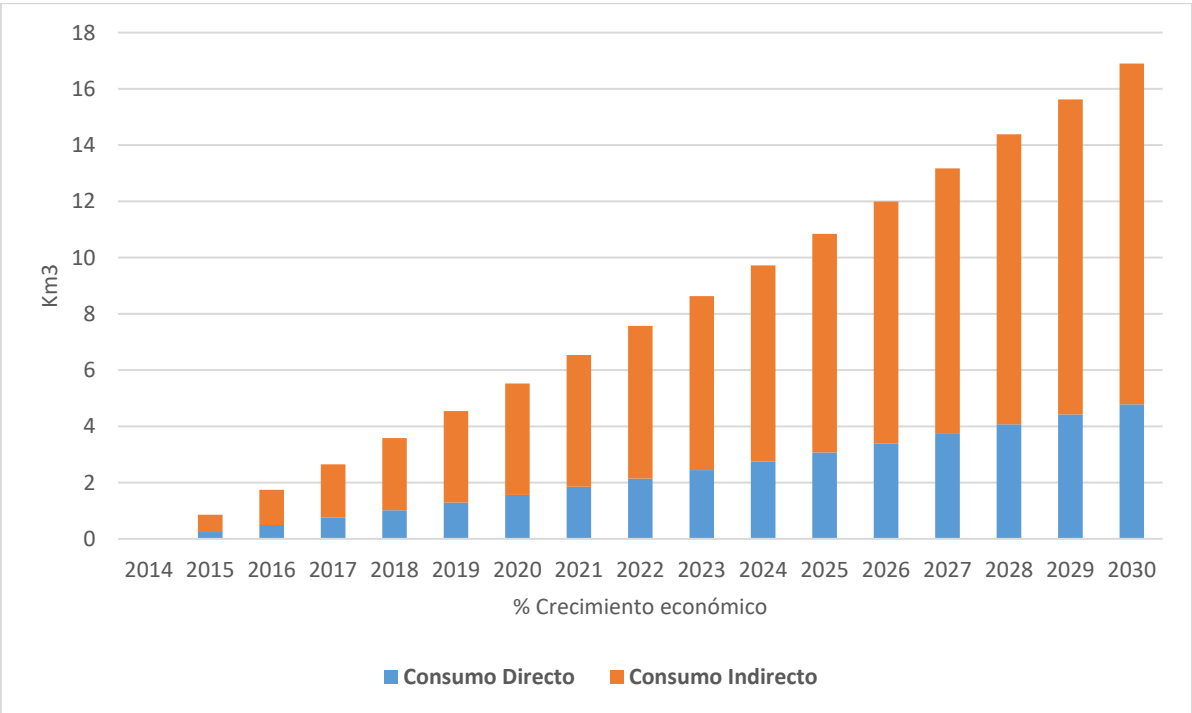
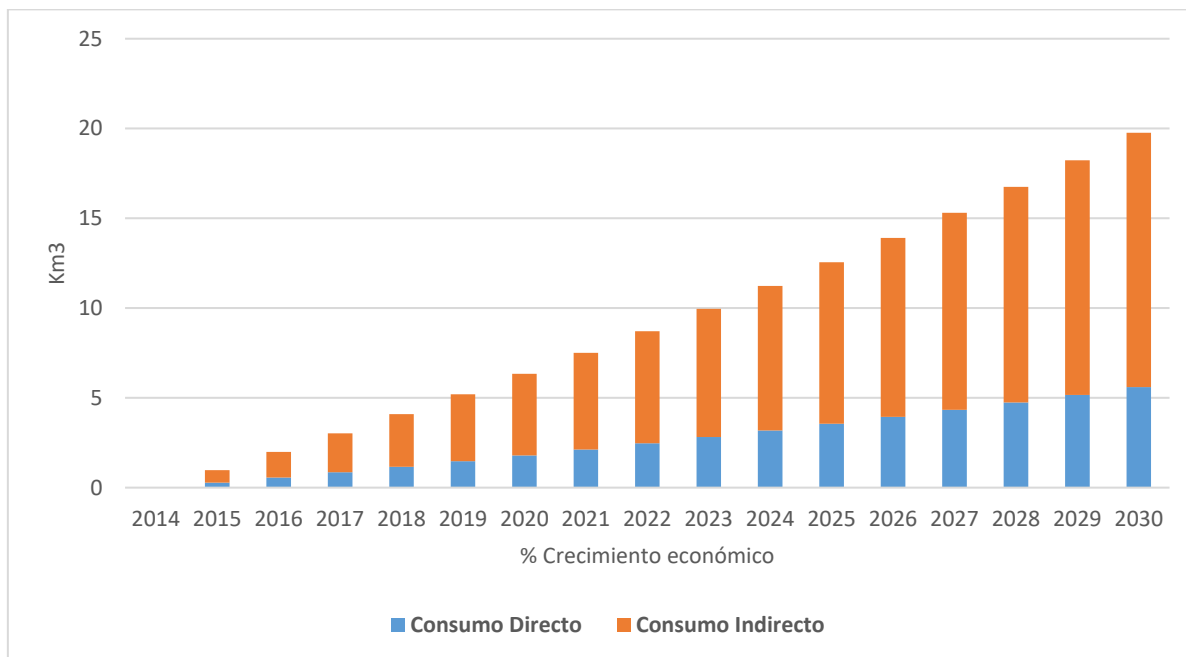


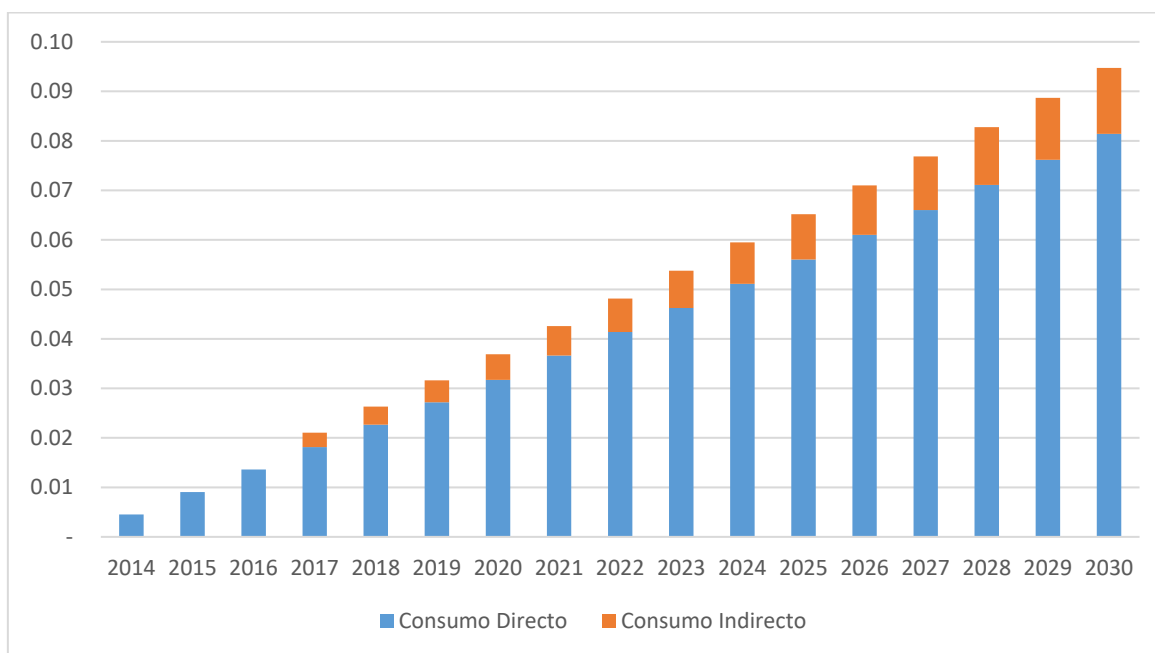
Figura 15. Crecimiento del 3% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto (Km<sup>3</sup>)



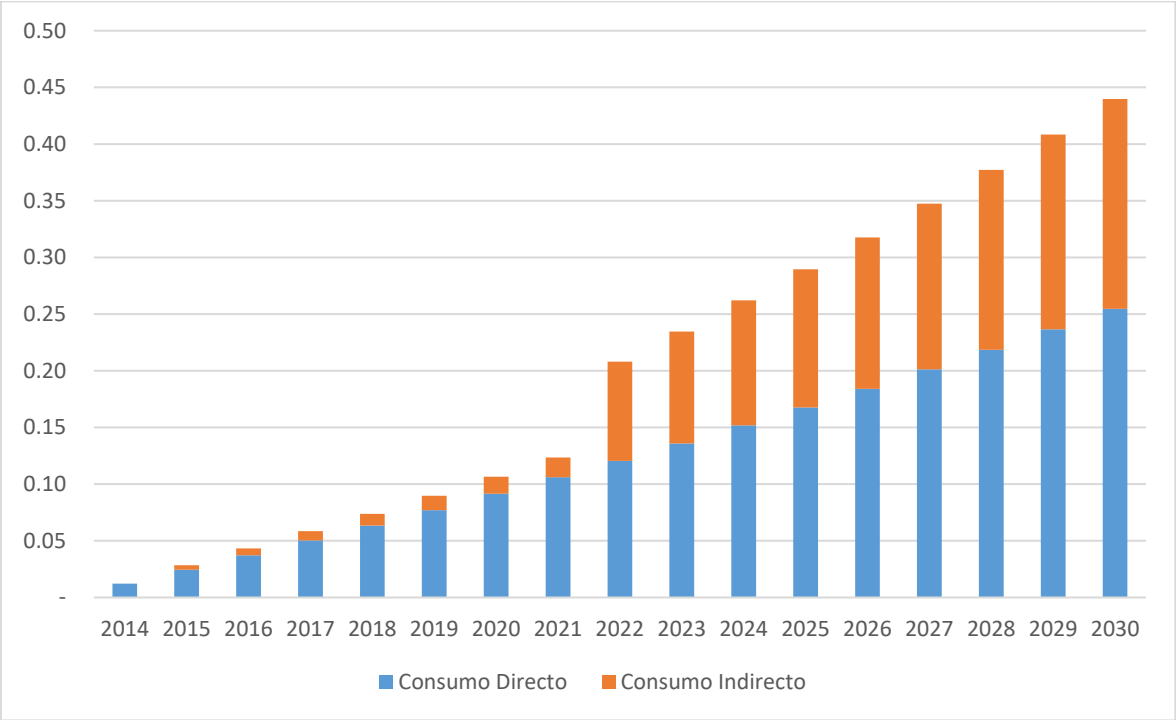
### 3.3.2 Escenario de crecimiento del sector Cría de ganado 2014 – 2030

En estos escenarios se consideraron dos porcentajes anuales de crecimiento, 10% y 30%, en el sector de Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos. En ambos escenarios se observa el aumento progresivo de la demanda de agua año a año y el consumo de agua directo es mayor al consumo indirecto. Para el año 2030 el consumo de agua en el escenario de crecimiento del 10% anual es de 0,09 Millones de litros y en el escenario de crecimiento del 30% anual es de 0,44 Millones de litros.

Figura 16. Crecimiento del 10% del sector Cría de ganado (Km<sup>3</sup>)



igura 17. Crecimiento del 30% del sector Cría de ganado (Km³)



3.4 Impactos sobre disponibilidad de agua

3.4.1 Crecimiento de actividades económicas por sectores individuales

A fin de determinar el impacto sobre la disponibilidad de agua como resultado del crecimiento de los sectores, se ha analizado el porcentaje de consumo incremental esperado sobre los niveles de demanda actual como consecuencia del crecimiento de los sectores económicos analizados.

Figura 18. Escenario de crecimiento de Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos (Km³)

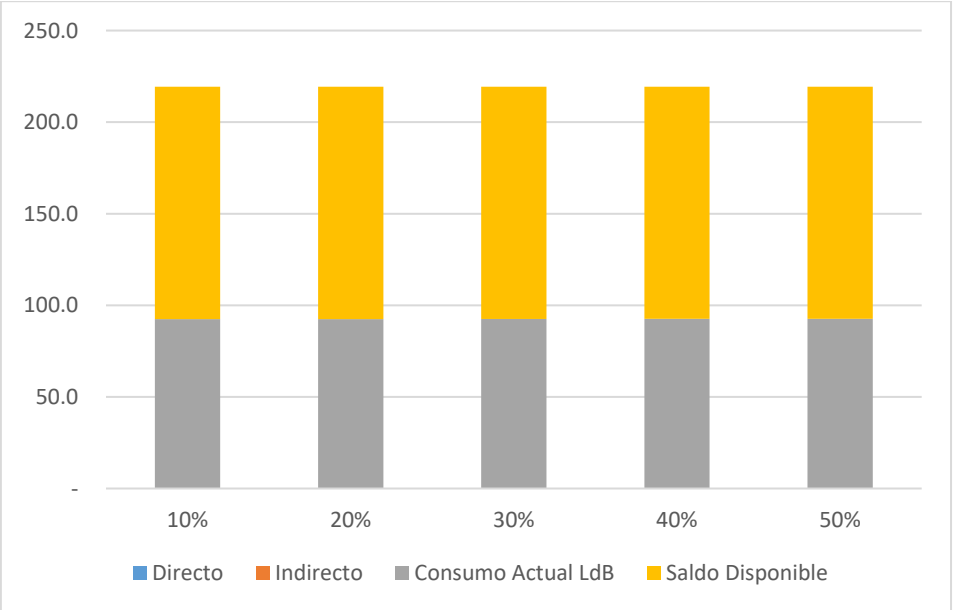


Figura 19. Escenario de crecimiento de Cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras (Km³)



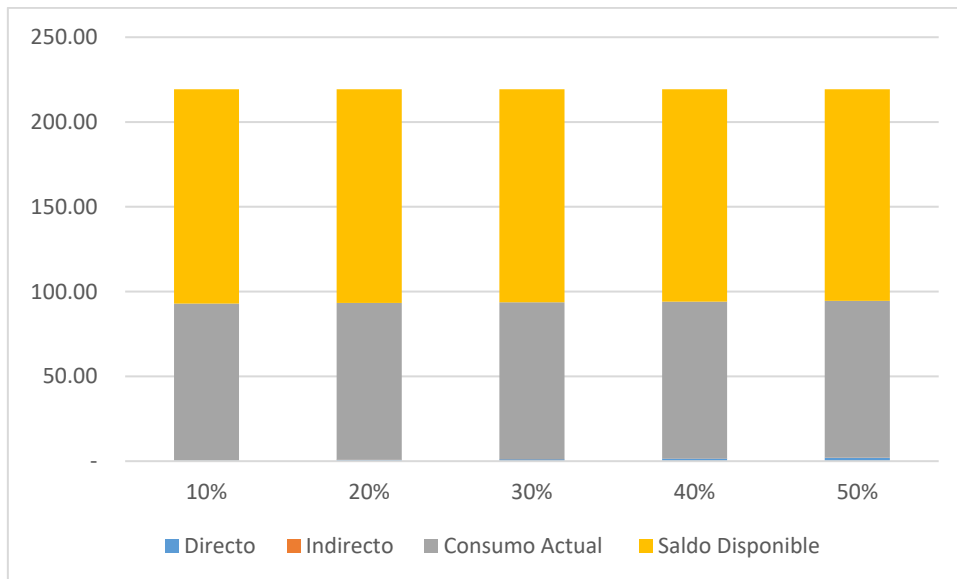


Figura 20. Escenario de crecimiento de Matanza de animales, conservación y procesamiento de carnes (Km³)

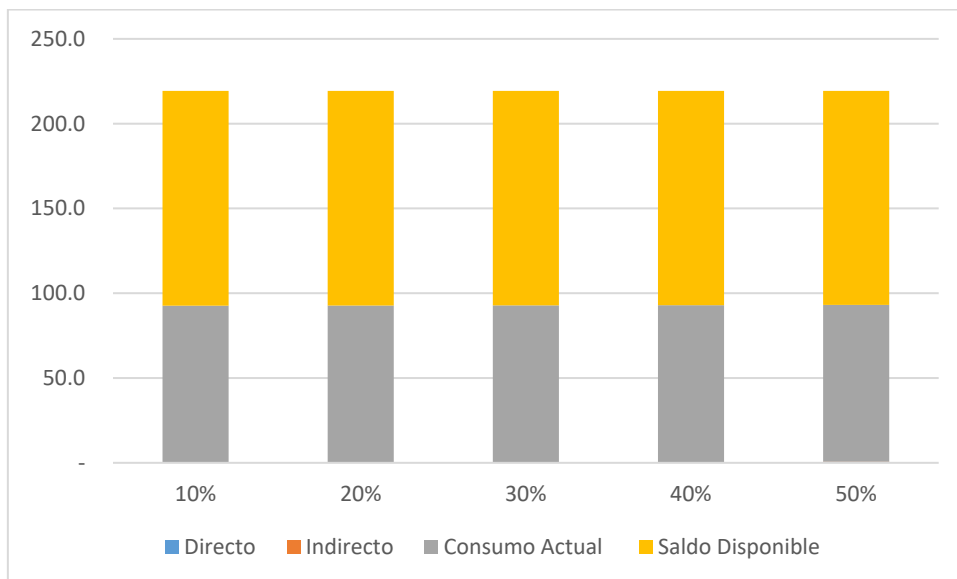
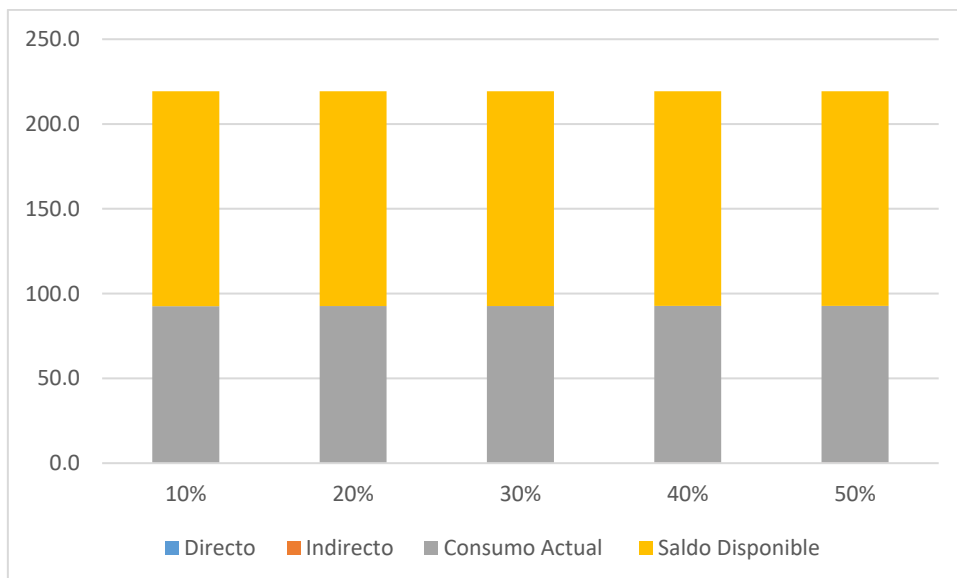


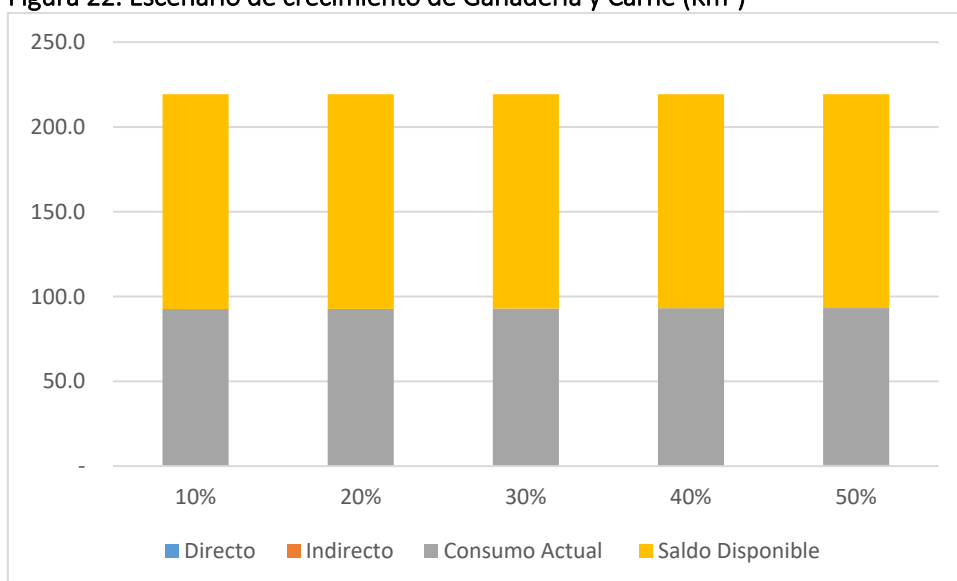
Figura 21. Escenario de crecimiento de Construcción (Km³)



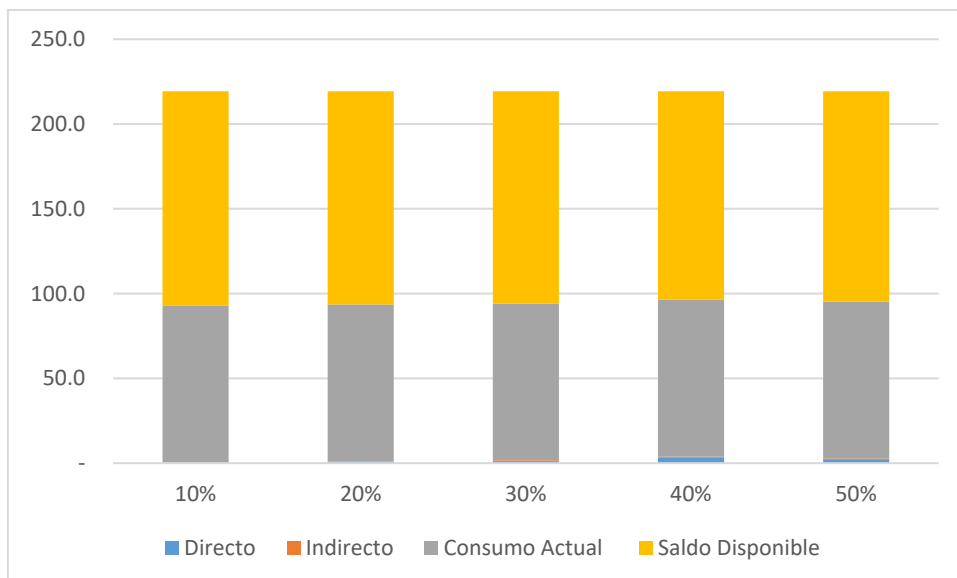
### 3.4.2 Crecimiento de actividades económicas por sectores combinados

La combinación de 2 sectores productivos estrechamente vinculados, como son la producción de carne y la ganadería tiene el mayor impacto en el incremento de consumo directo e indirecto de agua.

**Figura 22. Escenario de crecimiento de Ganadería y Carne ( $\text{Km}^3$ )**



**Figura 23. Escenario de crecimiento de Cultivos de cereales, Cría de ganado y Matanza de animales ( $\text{Km}^3$ )**

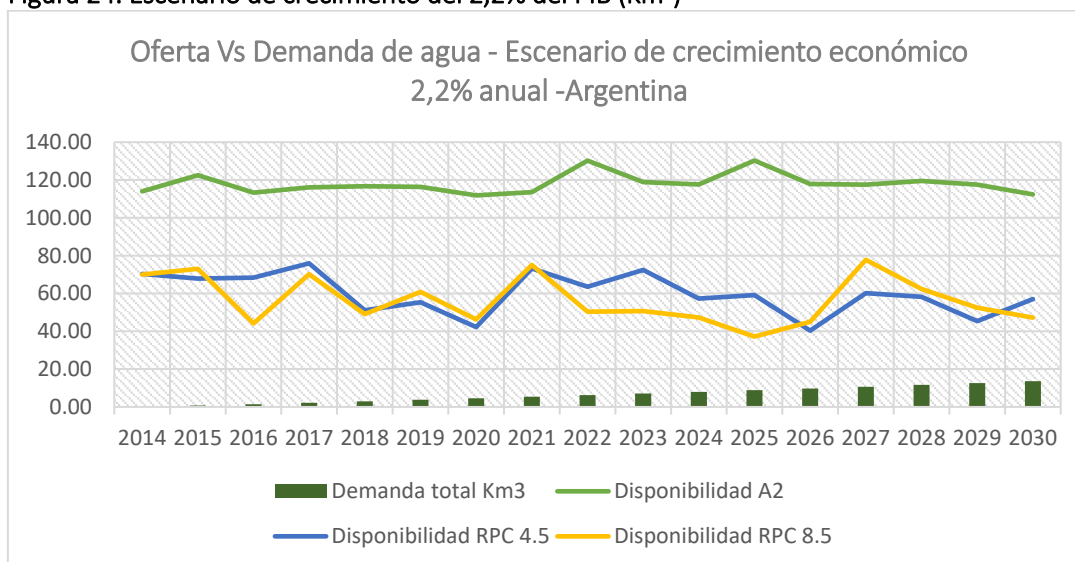


### 3.4.3 Crecimiento de actividades económicas según planes de desarrollo

A partir de los resultados de los impactos del crecimiento de la economía en base a políticas nacionales se pudo realizar una comparación con la disponibilidad de agua y los escenarios climáticos RPC 4.5 Y RPC 8.5 para observar cuales podrían ser los futuros impactos.

En la siguiente figura se grafica la demanda de agua total en relación con la disponibilidad de agua y se observa que el consumo de agua se encuentra por debajo de las líneas de disponibilidad.

**Figura 24. Escenario de crecimiento del 2,2% del PIB (Km³)**



**Figura 25. Escenario de crecimiento del 2,6% del PIB (Km³)**

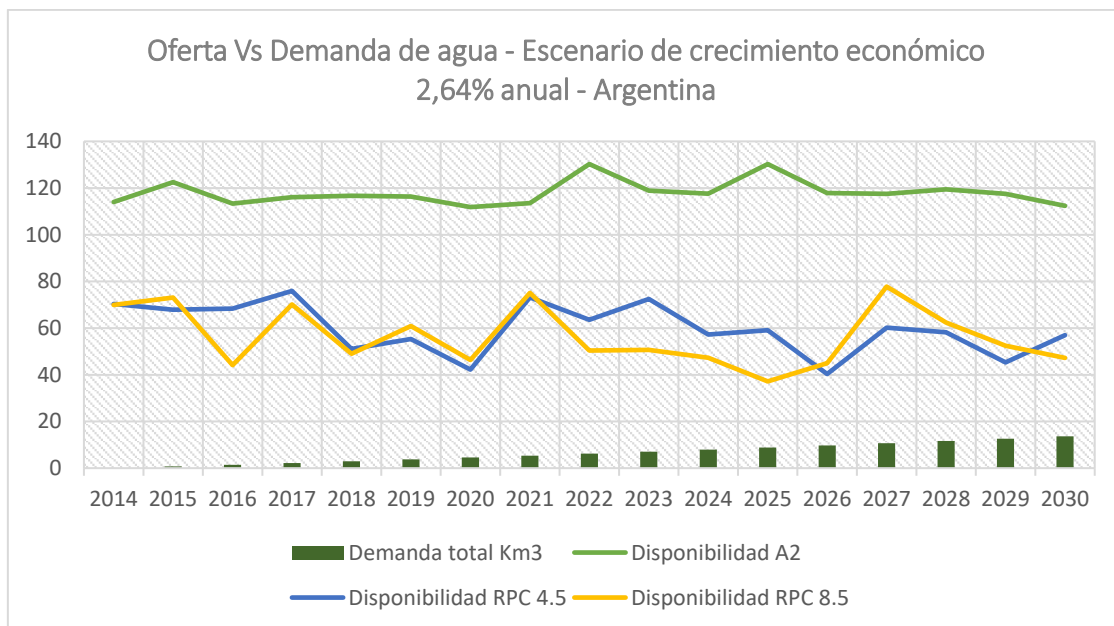
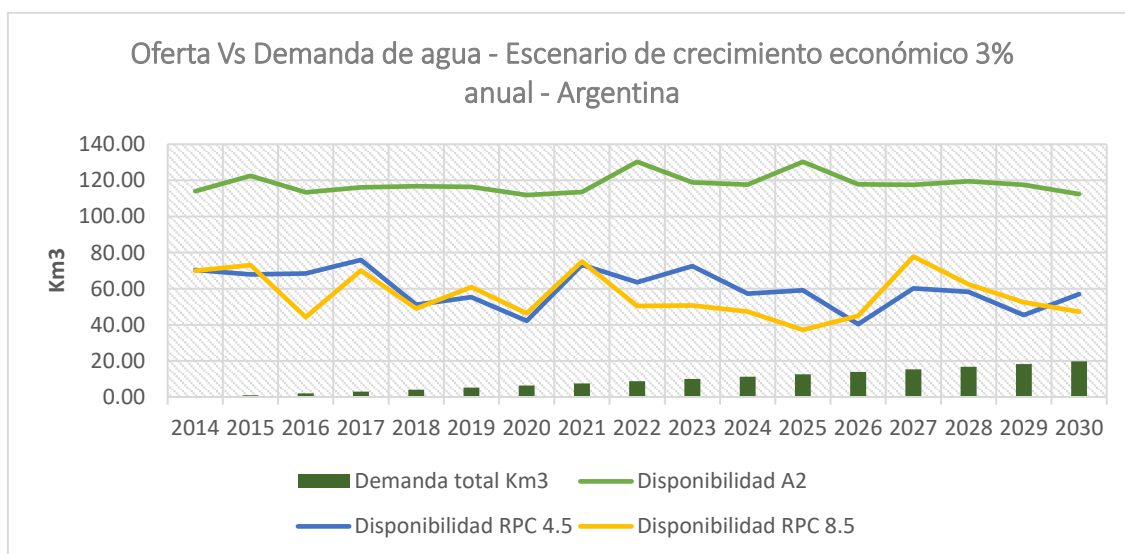
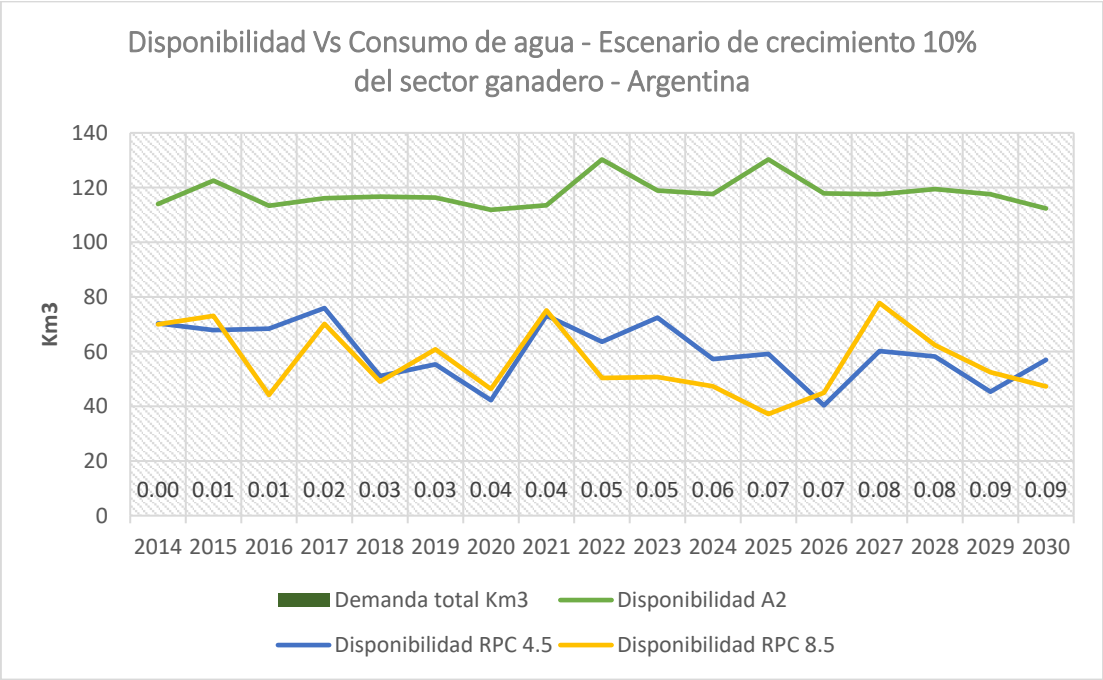


Figura 26. Escenario de crecimiento del 3% del PIB (Km³)



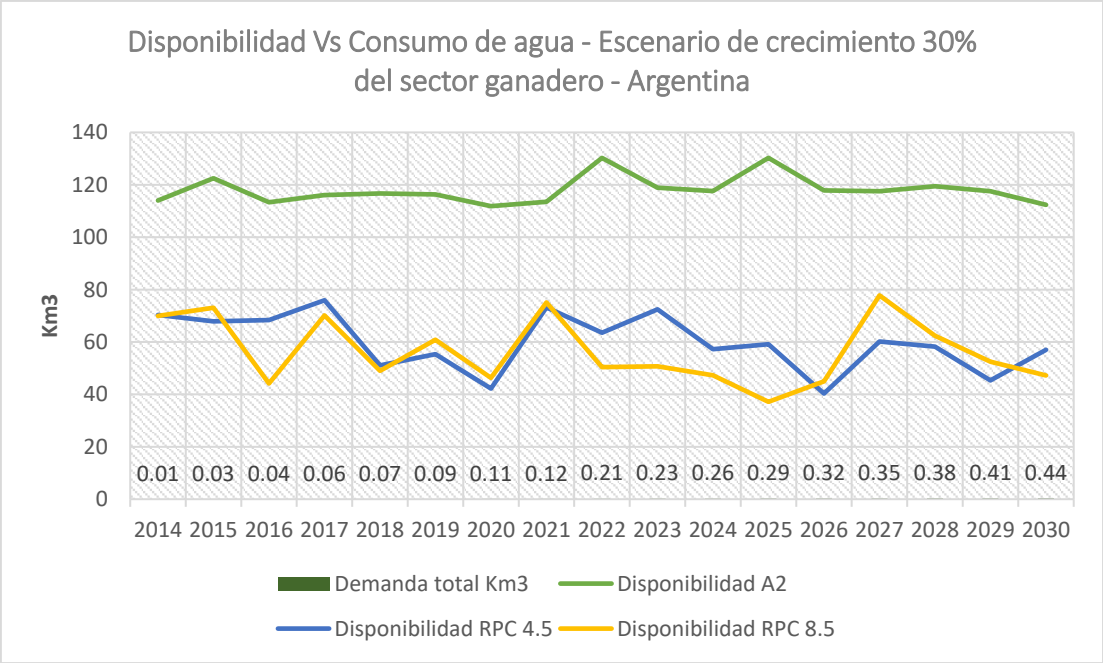
Seguidamente se grafica el escenario de crecimiento del 10% anual del sector Cría de ganado en el cual se observa que la demanda de agua es ínfima en relación al agua disponible según escenarios climáticos.

Figura 27. Escenario de crecimiento del 10% del sector de Cría de Ganado (Km³)



Por último, en la siguiente figura se presenta el escenario de crecimiento del 30% del sector Cría de ganado con bajos consumos de agua en relación al agua disponible.

Figura 28. Escenario de crecimiento del 30% del sector de Cría de Ganado (Km³)



## 4 ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE AGUA EN EL CHACO BOLIVIANO

La matriz de insumo producto utilizada para el presente análisis ha sido elaborada en base a datos del Instituto Nacional de Estadísticas de Bolivia (INE).

La MIP consideraba originalmente 35 sectores y se ha agregado el sector agua para capturar los consumos directos e indirectos del resto de los sectores, pasando constituir una matriz de Insumo-Producto de 36 sectores económicos.

### 4.1 Impacto del crecimiento de sectores específicos

Se presentan a continuación los ejercicios de simulación realizados bajo diferentes escenarios de crecimiento a fin de estimar el incremento tanto del consumo directo como indirecto de agua como consecuencia del crecimiento estimado en sectores seleccionados.

#### 4.1.1 Producción Pecuaria

Se presenta a continuación los incrementos estimados en el consumo directo e indirecto de agua como consecuencia de crecimientos estimados en el sector de producción pecuaria en el Chaco Boliviano.

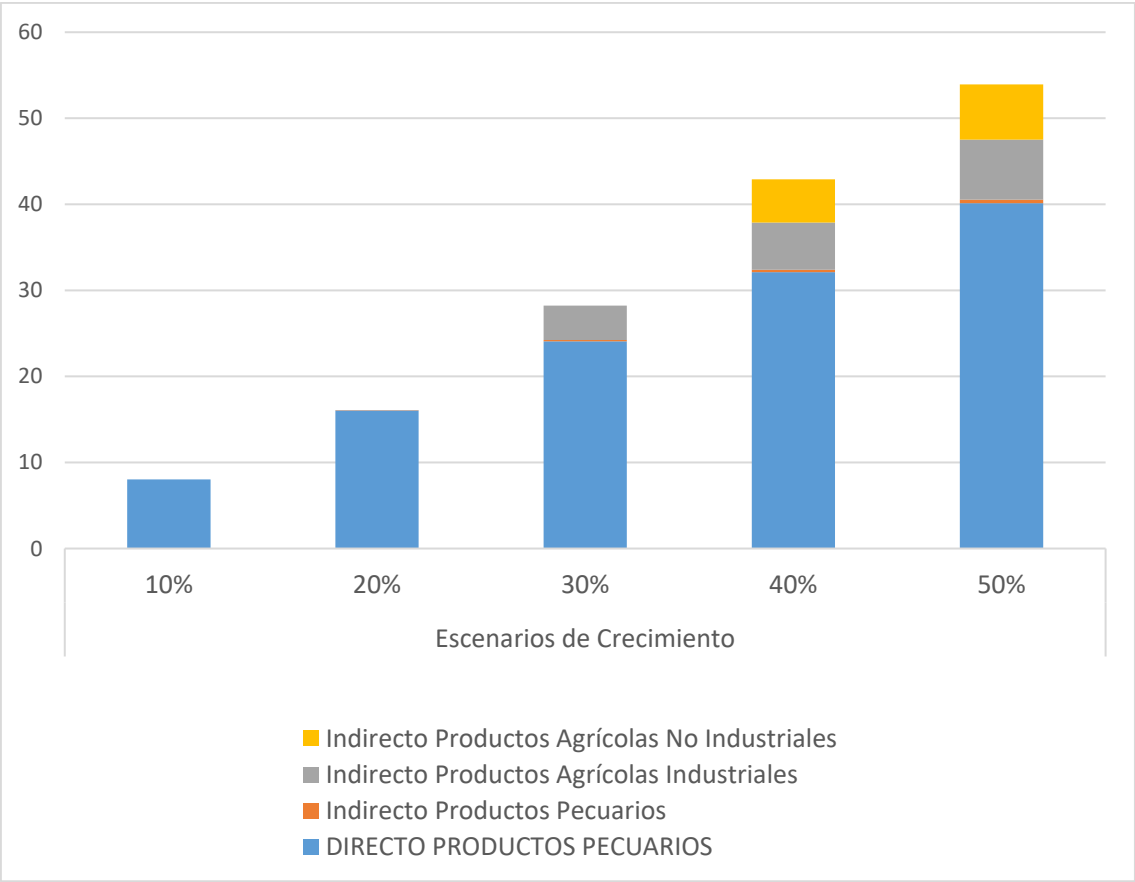
La mayor parte de la demanda está constituida por el consumo directo del ganado. A partir de crecimientos del 30% o más en el sector de producción pecuaria, se puede observar un importante crecimiento en la demanda indirecta de agua requerida por el sector de Productos Agrícolas Industriales, que se vincula a la mayor demanda de alimentos (forraje y balanceados) para animales.

**Tabla 10. Productos Pecuarios: Demanda de agua con escenarios de crecimiento (Km<sup>3</sup>)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	PRODUCTOS PECUARIOS	8,0	16,1	24,1	32,1	40,1
Indirecto	Productos Pecuarios	-		0,2	0,3	0,4
	Productos Agrícolas Industriales	-	-	4,0	5,5	7,0
	Productos Agrícolas No Industriales	-	-	-	5,0	6,4
	Productos Alimenticios Diversos	-	-	-	-	0,001

Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

Figura 29. Productos Pecuarios: Demanda de agua con escenarios de crecimiento (Km³)



Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

4.1.2 Carnes Frescas y Elaboradas

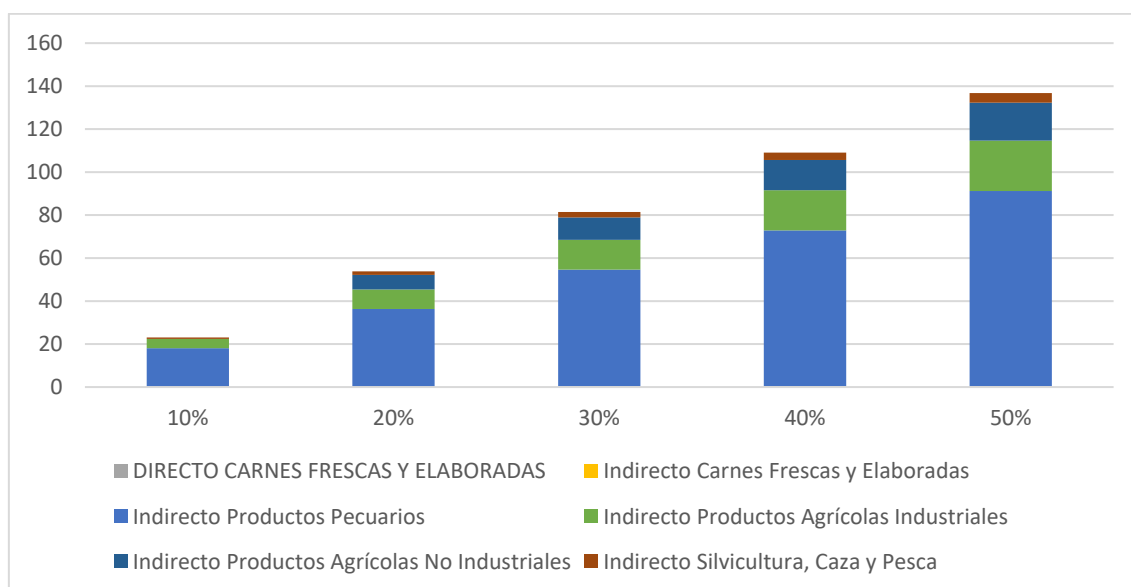
La siguiente tabla que el crecimiento en el sector carnes frescas y elaboradas tiene un bajo nivel de impacto en la demanda directa de agua. La mayor parte del incremento en la demanda de agua es indirecta y se refleja en los sectores de producción pecuaria, así como en la producción agrícola industrial y no industrial, como resultado de la mayor exigencia en cuando a alimentos para el ganado vacuno.

**Tabla 11. Carnes Frescas y Elaboradas: Demanda de agua con escenarios de crecimiento (Km³)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	CARNES FRESCAS Y ELABORADAS	0,07	0,15	0,23	0,309	0,38
Indirecto	Carnes Frescas y Elaboradas	0,005	0,012	0,018	0,024	0,031
	Productos Pecuarios	17,96	36,16	54,36	72,56	90,77
	Productos Agrícolas Industriales	4,33	9,10	13,88	18,65	23,43
	Productos Agrícolas No Industriales	-	6,75	10,40	14,06	17,72
	Silvicultura, Caza y Pesca	0,69	1,61	2,54	3,47	4,39

Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

**Figura 30. Carnes Frescas y Elaboradas: Demanda de agua con escenarios de crecimiento (Km³)**



Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

#### 4.1.3 Productos Lácteos

El sector Lácteos tiene una relevancia menor en la estructura productiva de Bolivia y del Chaco, pero se ha realizado el ejercicio de simular el comportamiento de la demanda de agua directa e indirecta bajo diversos escenarios de crecimiento, a fin de comparar el incremento en la demanda de agua con los que se observan en Paraguay y Argentina.

Los resultados indican un bajo nivel de demanda directa de agua, y que la mayor demanda corresponde al consumo indirecto esperado en el sector de producción pecuaria.

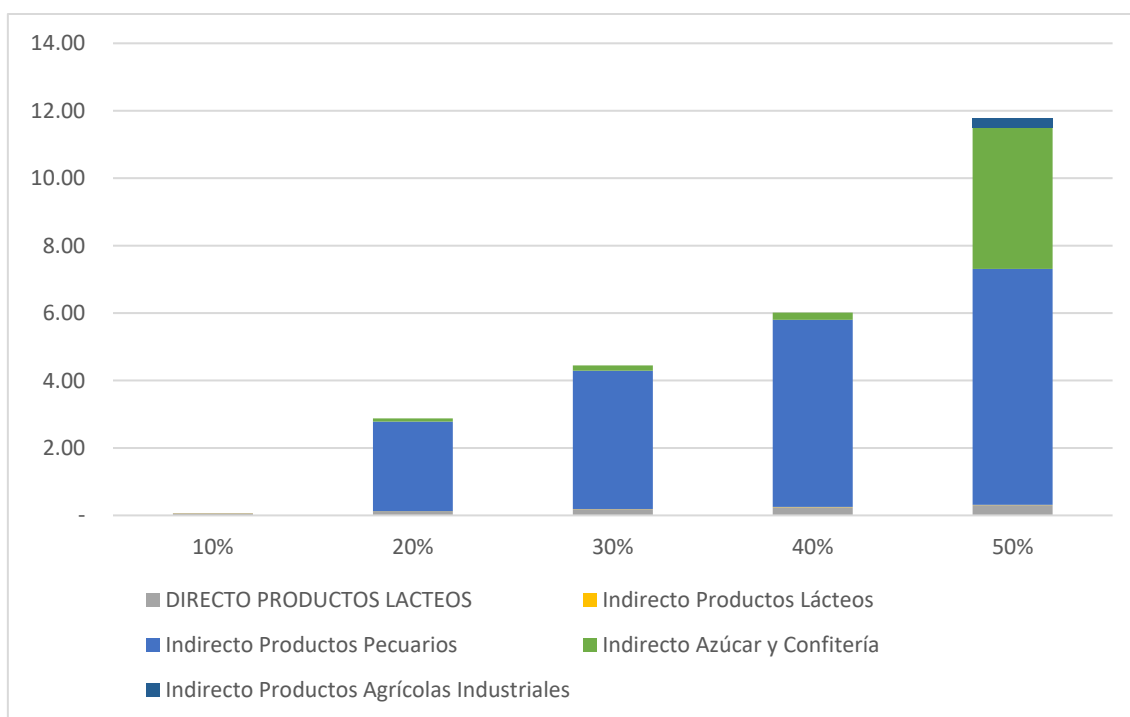
**Tabla 12. Lácteos: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)**



Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	PRODUCTOS LACTEOS	0,06	0,12	0,18	0,25	0,31
Indirecto	Productos Lácteos	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
	Productos Pecuarios	-	2,66	4,10	5,55	6,99
	Azúcar y Confitería	-	0,10	0,16	0,21	4,18
	Productos Agrícolas Industriales	-	-	-	-	0,27

Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

**Figura 31. Lácteos, consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km<sup>3</sup>)**



Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

#### 4.1.4 Petróleo Crudo y Gas natural

El sector del Petrolero y el Gas es el segundo más importante a nivel nacional y el más importante para el Chaco Boliviano.

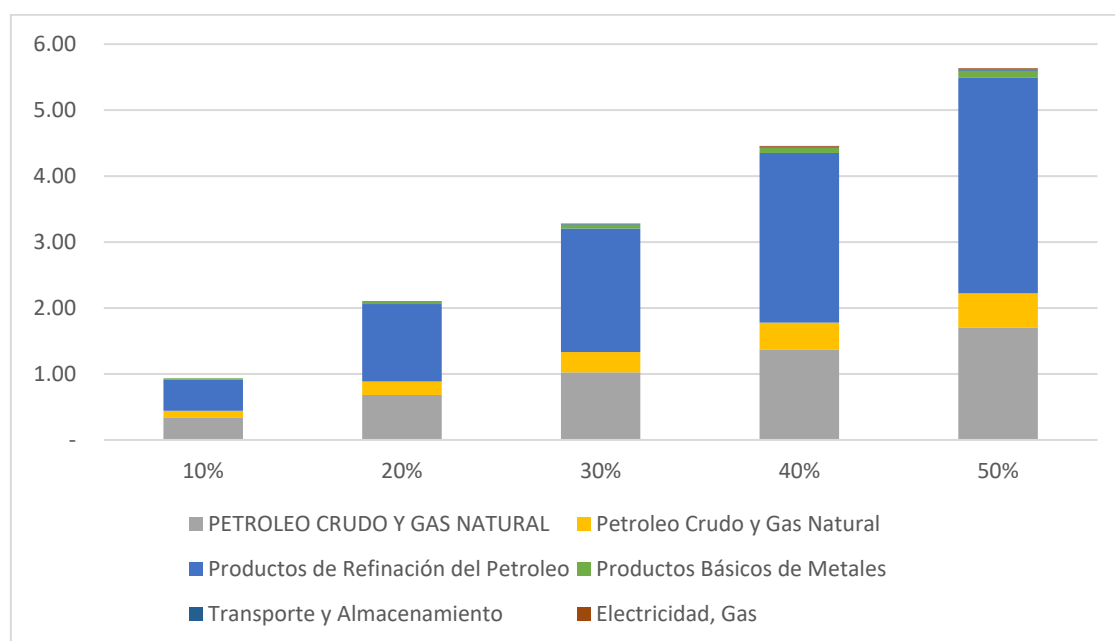
Los escenarios de crecimiento muestran una demanda directa relativamente baja de este sector productivo y que el mayor consumo corresponde al proceso de refinación del petróleo, que muestra una demanda que es casi el doble de la demanda directa.

**Tabla 13. Petróleo y Gas: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³).**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	PETROLEO CRUDO Y GAS NATURAL	0,34	0,68	1,02	1,37	1,71
Indirecto	Petróleo Crudo y Gas Natural	0,10	0,20	0,31	0,41	0,52
	Productos de Refinación del Petróleo	0,48	1,17	1,87	2,57	3,27
	Productos Básicos de Metales	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
	Transporte y Almacenamiento		0,01	0,01	0,01	0,02
	Electricidad, Gas			0,01	0,01	0,02

Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

**Figura 32. Petróleo y Gas: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³).**



Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

#### 4.1.5 Madera y Productos de Madera

El sector Silvicultura, Caza y Pesca es el cuarto sector productivo más importante, tanto para Bolivia como para el Chaco Boliviano. En este sector, resalta especialmente el sector forestal o silvicultura.

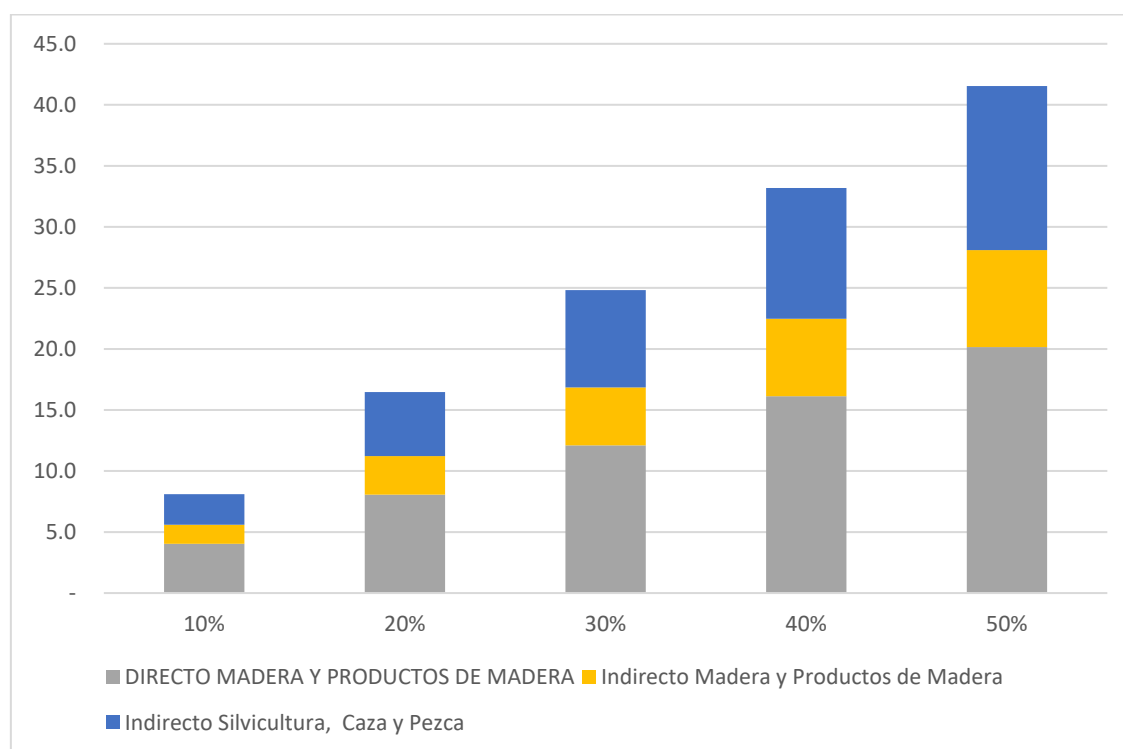
Este es uno de los sectores analizados con mayor demanda directa de agua ante los diversos escenarios de crecimiento. La demanda indirecta del sector Silvicultura, Caza y Pesca también resalta como un reflejo del consumo de agua adicional que requiere la producción forestal para sostener esos niveles de crecimiento.

**Tabla 14. Madera y Productos de Madera: Consumo estimado de agua (Km<sup>3</sup>)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA	4,0	8,1	12,1	16,1	20,2
Indirecto	Madera y Productos de Madera	1,6	3,2	4,8	6,3	7,9
	Silvicultura, Caza y Pesca	2,5	5,2	8,0	10,7	13,4

Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

**Figura 33. Madera y Productos de Madera: Consumo estimado de agua (Km<sup>3</sup>)**



Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012

## 4.2 Impacto del crecimiento de sectores combinados

Los ejercicios realizados en base a crecimientos de sectores combinados permiten observar el impacto que podría tener sobre el consumo directo e indirecto de agua

### 4.2.1 Ganadería y Producción de Carne

En el primer ejercicio se combina el crecimiento de dos sectores que se encuentran estrechamente vinculados como son la producción de carne y la producción ganadera.

Los resultados indican que los incrementos en la demanda directa de agua corresponden principalmente a la producción ganadera.

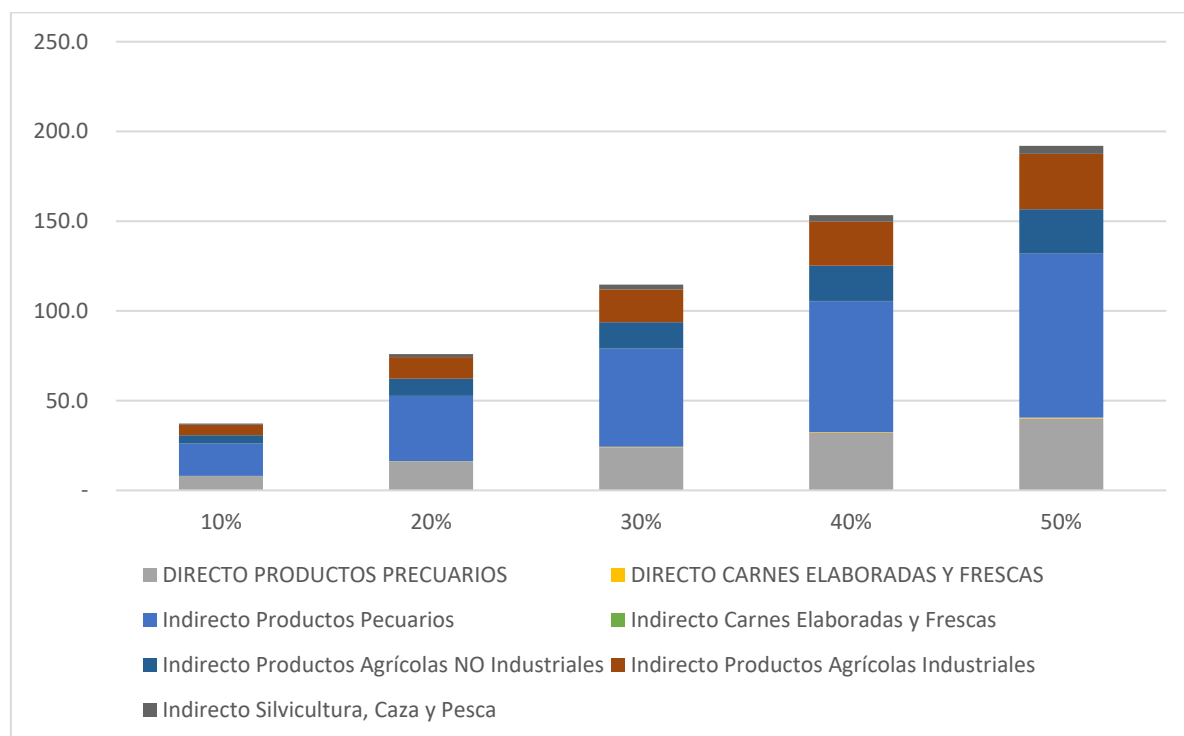
La demanda indirecta de agua corresponde principalmente a la del sector de producción pecuaria, seguido por los productos agrícolas industriales y no industriales. Estos últimos se vinculan a la mayor demanda de forrajes y alimentos balanceados que resulta del crecimiento de la producción pecuaria.

**Tabla 15. Ganadería y Producción de carne: Consumo estimado de agua (Km<sup>3</sup>)**

	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	PRODUCTOS PECUARIOS	8,0	16,1	24,1	32,1	40,1
	CARNES ELABORADAS Y FRESCAS	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
Indirecto	Productos Pecuarios	18,1	36,4	54,8	73,1	91,4
	Carnes Elaboradas y Frescas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Productos Agrícolas NO Industriales	4,5	9,5	14,6	19,6	24,7
	Productos Agrícolas Industriales	5,8	12,1	18,3	24,6	30,8
	Silvicultura, Caza y Pesca	0,7	1,7	2,6	3,5	4,5

Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012

Figura 34. Ganadería y Producción de carne: Consumo estimado de agua (Km³)



Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

#### 4.2.2 Carnes frescas y elaboradas, Productos alimenticios diversos y Productos de refinación de petróleo

El siguiente ejercicio considera el crecimiento combinado de tres sectores económicos secundarios, es decir de productos manufacturados, que tienen relevancia para la matriz insumo-producto estimada para el Chaco Boliviano.

Bajo los diversos escenarios de crecimiento se observa que la demanda directa de agua es relativamente baja en estos productos manufacturados, donde la refinación de petróleo es la que mayor consumo directo muestra, aunque la cantidad demandada es ínfima en comparación con la demanda total.

La mayor demanda de agua se origina en el consumo indirecto de los sectores que producen materias primas, entre los que resaltan los productos agrícolas industriales y no industriales, y los productos pecuarios.

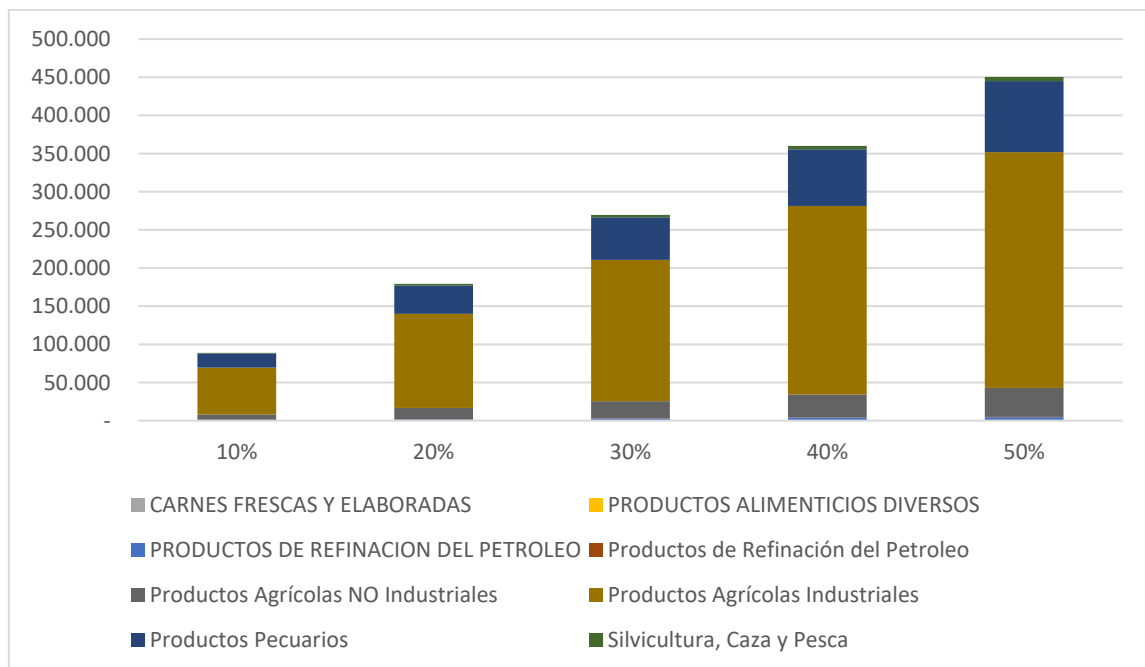
El ejercicio realizado muestra la interrelación existente entre estos sectores productivos primarios y secundarios, además de permitir estimar tanto la demanda directa como indirecta de agua de los demás sectores vinculados.

**Tabla 16. Carnes frescas y elaboradas, Productos alimenticios diversos y Productos de refinación de petróleo. Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	CARNES FRESCAS Y ELABORADAS	0,07	0,15	0,23	0,30	0,38
	PRODUCTOS ALIMENTICIOS DIVERSOS	0,006	0,012	0,018	0,024	0,030
	PRODUCTOS DE REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	0,826	1,653	2,479	3,306	4,132
Indirecto	Productos de Refinación del Petróleo		0,025	0,150	0,274	0,399
	Productos Agrícolas NO Industriales	7,2	14,9	22,6	30,3	38,0
	Productos Agrícolas Industriales	61,4	123,3	185,2	247,0	308,9
	Productos Pecuarios	18,4	37,1	55,7	74,4	93,1
	Silvicultura, Caza y Pesca	0,9	2,0	3,2	4,3	5,4

Fuente: Elaboración propia en base a datos MIP 2012.

**Figura 35. Carnes frescas y elaboradas, Productos alimenticios diversos y Productos de refinación de petróleo. Consumo estimado de agua (Km³).**



#### 4.3 Impacto del crecimiento de la economía regional en base a políticas nacionales.

Para realizar estos escenarios se consideraron crecimientos anuales de 5,08%, 4,05% y 4,3% del PIB Nacional del 2014 al 2030, teniendo en cuenta proyecciones del Fondo Monetario Internacional y el Instituto Nacional de Estadísticas. En la siguiente figura se observa el crecimiento progresivo de los consumos de agua, siendo los consumos indirectos los de mayor proporción.

Figura 36. Crecimiento del 5,08% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto (Km3)

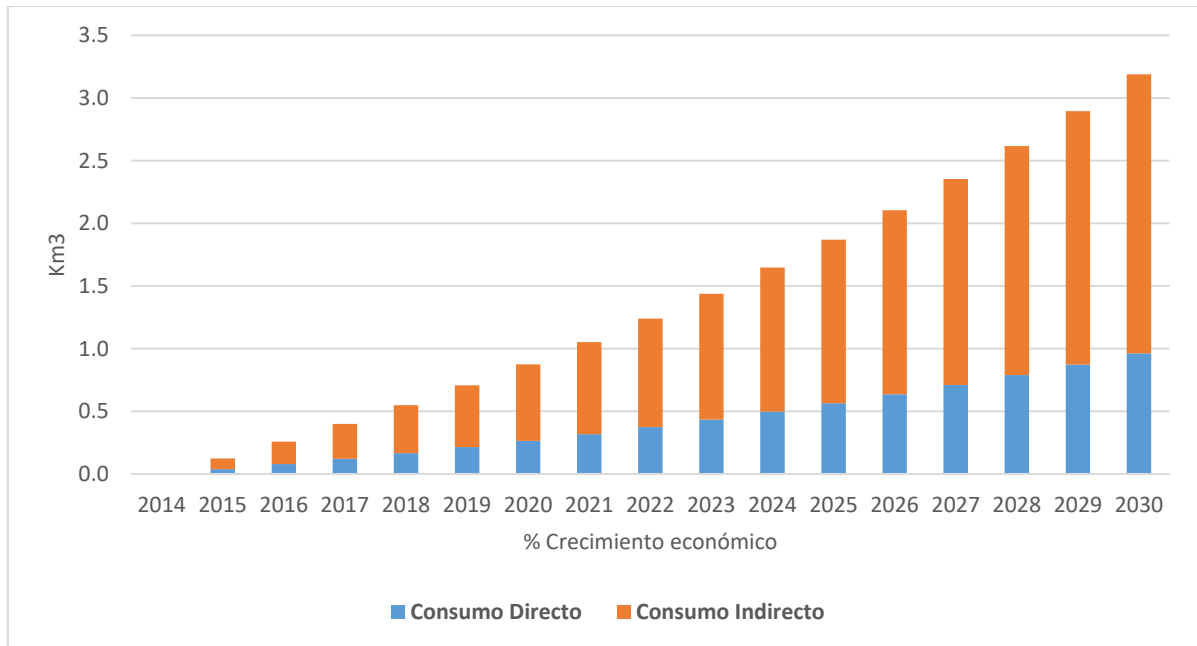


Figura 37. Crecimiento del 4,05% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto (Km3)

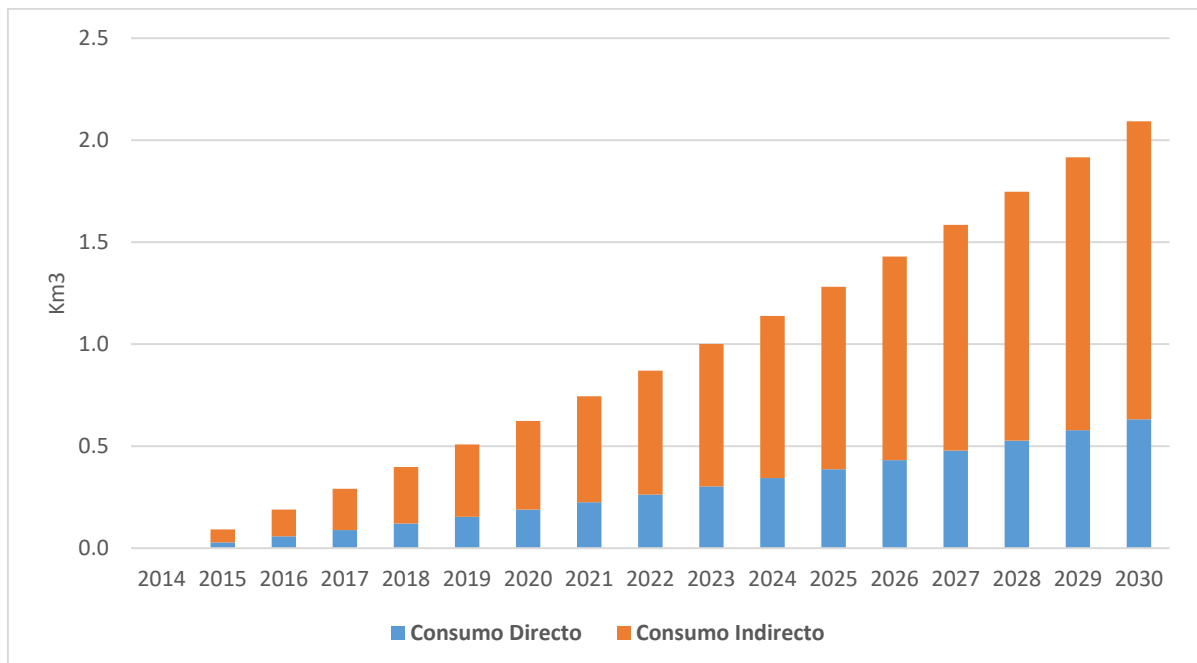
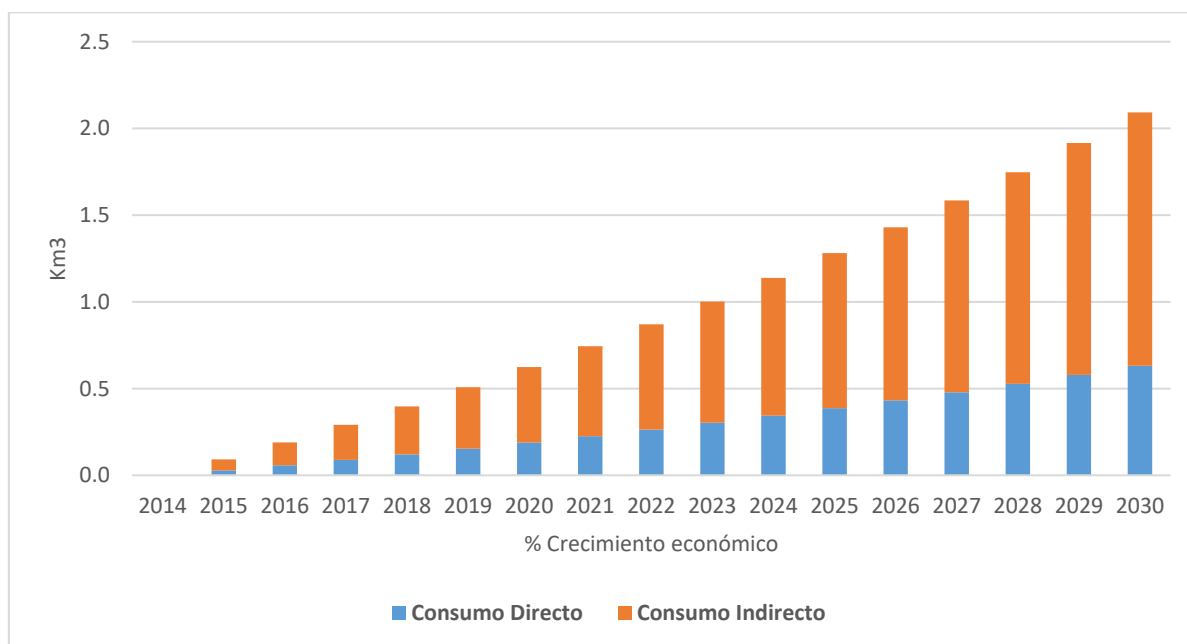


Figura 38. Crecimiento del 4,3% anual del PIB: Consumo de agua directo e indirecto (Km<sup>3</sup>)



#### Impactos sobre la disponibilidad hídrica

Teniendo en cuenta la disponibilidad antes mencionada se llevan a cabo los análisis en relación a los diferentes escenarios de crecimiento y se determina la situación de stress hídrico para los sectores analizados. Los consumos directo, indirecto, línea base, así como el saldo disponible se expresan en km<sup>3</sup> de agua.

Los escenarios presentados en este análisis, consideran la disponibilidad hídrica del periodo 1961-90 y la demanda de agua del año 2014 como línea de base para el Chaco Boliviano. Los escenarios de crecimiento utilizan la matriz de insumo producto del año 2012, que recoge las relaciones económicas entre los sectores productivos y los presenta en el cuadro en términos de litros de agua por unidad monetaria producida.

Los niveles de crecimiento potencial no implican incrementos de inversión ni cambios en los coeficientes tecnológicos de la matriz insumo-producto, sino incrementos en sectores específicos o combinados que arrojan como resultado el consumo directo e indirecto de agua. Tampoco se tiene en cuenta el factor tiempo, es decir, los crecimientos propuestos pueden darse en periodos indeterminados de tiempo, considerando como base

##### 4.3.1 Crecimiento de actividades económicas por sectores individuales

La siguiente tabla indica que el crecimiento potencial del sector ganadero se encontraría restringido por la disponibilidad de agua. La demanda directa del sector pecuario es significativa en relación a la disponibilidad de agua, por lo que crecimientos superiores al 20% de ese sector consumirían toda el agua disponible.



**Tabla 17. Escenarios de crecimiento de Productos Pecuarios**

Consumo	Escenarios de Crecimiento				
	10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	8,0	16,1	24,1	32,1	40,1
Indirecto	0,0	0,0	4,2	10,8	13,8
Línea de Base	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
<b>Saldo Disponible</b>	9,9	1,8	-10,3	-25,0	-36,0

**Tabla 18. Escenario de crecimiento de Carnes Frescas y Elaboradas**

Consumo	Escenarios de Crecimiento				
	10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
Indirecto	23,0	53,7	81,2	108,8	136,4
Línea de Base	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
<b>Saldo Disponible</b>	-5,1	-35,9	-63,5	-91,2	-118,8

Según la tabla anterior, el crecimiento potencial del sector Carnes Frescas y Elaboradas afecta considerablemente a la disponibilidad hídrica, y con un incremento del 10% en el sector ya consumiría totalmente el agua disponible.

**Tabla 19. Escenario de crecimiento de Productos Lácteos**

Consumo	Escenarios de Crecimiento				
	10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
Indirecto	0,0	2,8	4,3	5,8	11,5
Línea de Base	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
<b>Saldo Disponible</b>	17,9	15,0	13,5	11,9	6,2

El crecimiento del sector lácteo no afecta de manera significativa a la disponibilidad hídrica. Aún con niveles de crecimiento de este sector del 50%, se llegaría a utilizar un cuarto de la disponibilidad de agua en el Chaco Boliviano.

**Tabla 20. Escenarios de crecimiento de Petróleo Crudo y Gas Natural**

Consumo	Escenarios de Crecimiento				
	10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7
Indirecto	0,6	1,4	2,3	3,1	3,9
Línea de Base	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
<b>Saldo Disponible</b>	17,0	15,8	14,6	13,4	12,3

Los escenarios de crecimiento del sector Petróleo Crudo y Gas Natural no presentan niveles de consumo de agua significativos y con un incremento del 50% llegarían a consumir un poco más de un cuarto del agua disponible.

**Tabla 21. Escenarios de crecimiento de Madera y Productos de Madera**

Consumo	Escenarios de Crecimiento				
	10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	4,0	8,1	12,1	16,1	20,2
Indirecto	4,1	8,4	12,7	17,1	21,4
Línea de Base	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
<b>Saldo Disponible</b>	9,8	1,5	-6,9	-15,3	-23,6

La producción de madera tiene una demanda importante de agua, por lo que a niveles de crecimiento potencial superiores al 20%, ya no habría agua disponible en la región.

#### 4.3.2 Crecimiento de actividades económicas por sectores combinados

**Tabla 22. Escenarios combinados de crecimiento del sector ganadero (Ganadería y carne)**

Consumo	Escenarios de Crecimiento				
	10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	8,1	16,2	24,3	32,4	40,5
Indirecto	29,1	59,7	90,3	120,9	151,5
Línea de Base	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
<b>Saldo Disponible</b>	-19,3	-58,0	-96,7	-135,4	-174,1

La actividad ganadera en el chaco requería considerables cantidades de agua ante escenarios de crecimiento potencial combinados entre el crecimiento de la producción pecuaria y de carne.

Niveles combinados de crecimiento del 10% para estos dos sectores requerían el doble de agua disponible, por lo que la disponibilidad hídrica es una restricción para escenarios de crecimiento como el planteado. Estos resultados reflejan también un importante costo de oportunidad para el uso del agua, ya que la actividad pecuaria si bien es importante en Bolivia, compite con otros sectores productivos, tales como los cultivos agrícolas industriales y no industriales y la producción de petróleo y gas, entre otros.

**Tabla 23. Escenarios de crecimiento del Ganadería y Alimentos y Petróleo**

Consumo	Escenarios de Crecimiento				
	10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5
Indirecto	87,9	177,3	266,9	356,5	446,1
Línea de Base	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
<b>Saldo Disponible</b>	-70,9	-161,2	-251,7	-342,3	-432,7

La combinación de incrementos potenciales para tres sectores productivos relevantes para el Chaco Boliviano muestra al agua como una fuerte restricción al crecimiento económico de la región. Para que estos sectores puedan crecer en forma combinada en un nivel mínimo (10%), la disponibilidad de agua debería más que triplicarse.

#### 4.4 Crecimiento de actividades económicas según planes de desarrollo

A partir de los resultados de los impactos del crecimiento de la economía en base a políticas nacionales se pudo realizar una comparación con la disponibilidad de agua y los escenarios climáticos RPC 4.5 y RPC 8.5.

En la siguiente figura se observa la demanda de agua del chaco boliviano teniendo en cuenta su crecimiento económico anual y la disponibilidad de agua en la región.

Figura 39. Escenario de crecimiento del 5,08% del PIB (Km³)

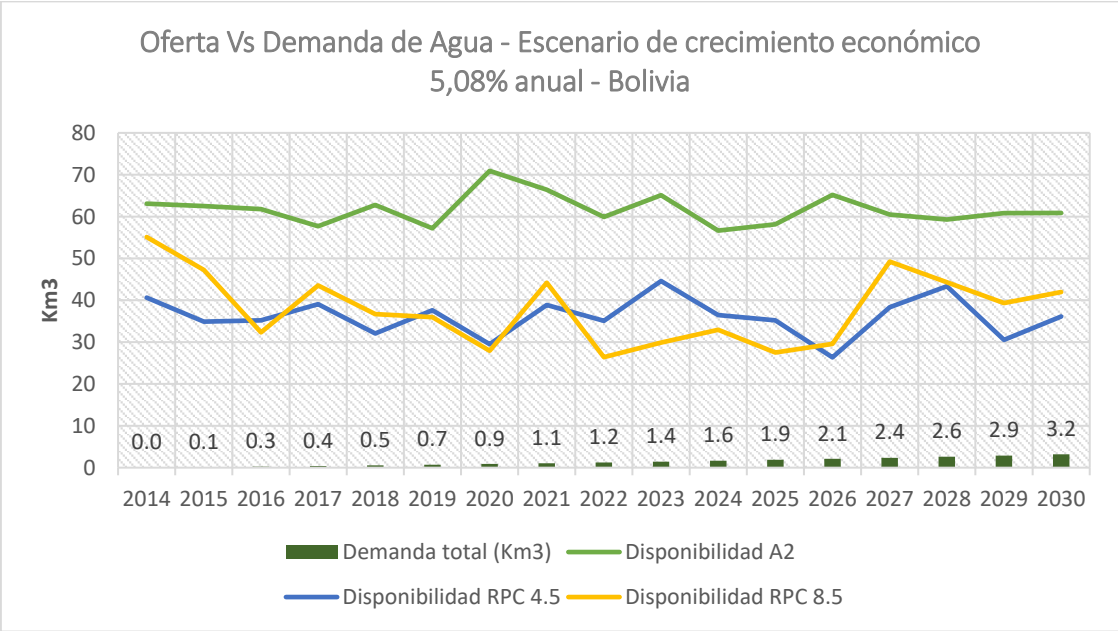


Figura 40. Escenario de crecimiento del 4,05% del PIB (Km³)

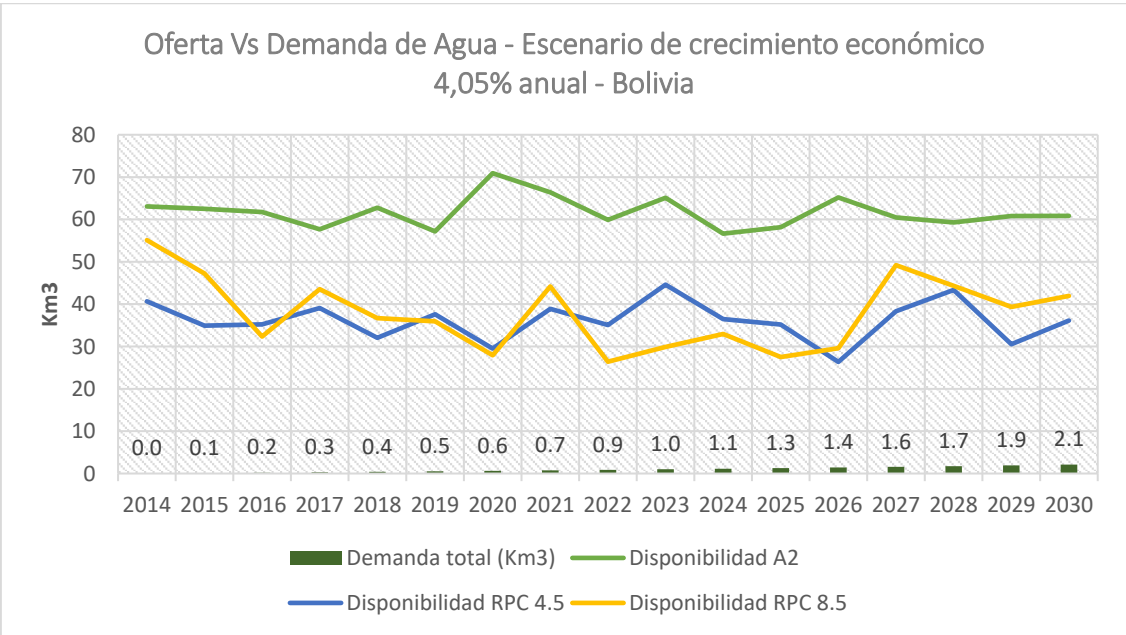
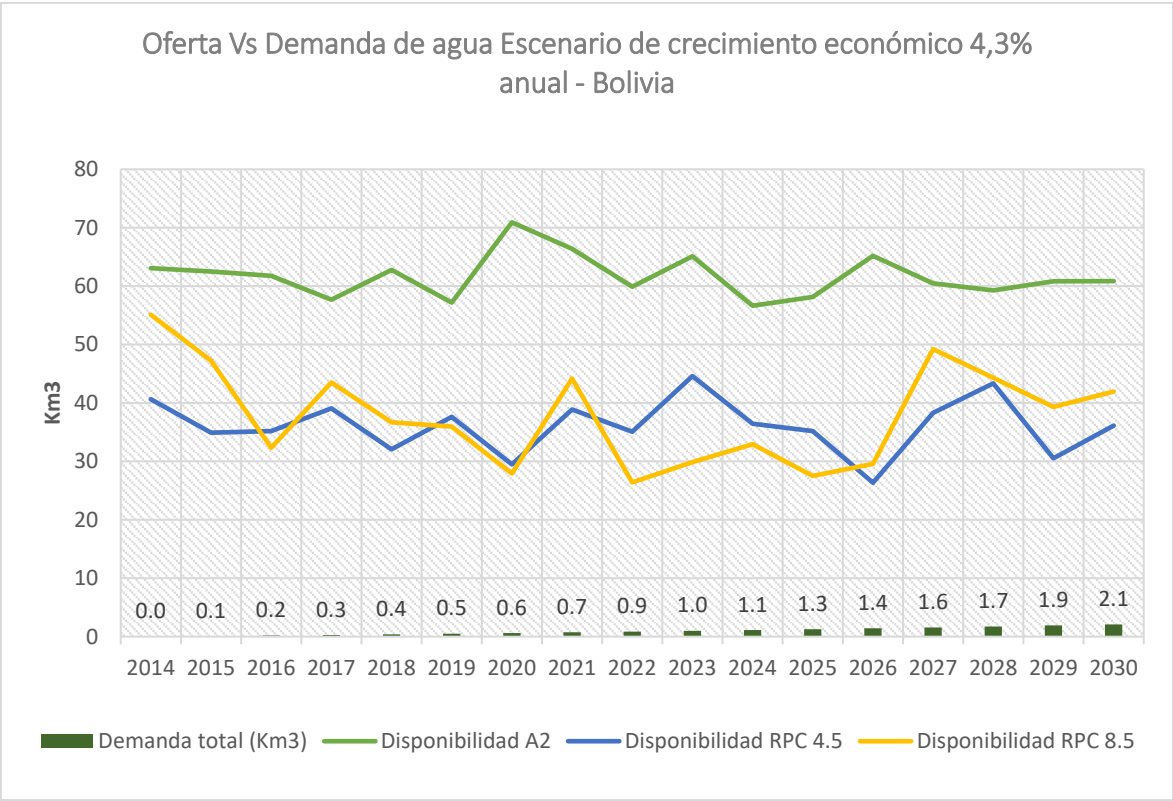


Figura 41. Escenario de crecimiento del 4,3% del PIB (Km³)



## 5 ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE AGUA EN EL CHACO PARAGUAYO

La matriz de insumo producto utilizada para el presente análisis ha sido elaborada en base a la última matriz de insumo-producto (MIP) disponible, que corresponde al año 2004, la cual ha sido actualizada en base a datos del boletín de cuentas nacionales del Banco Central del Paraguay para el año 2014

En este trabajo se ha construido la Matriz Insumo-Producto en base a los datos disponibles en el Banco Central del Paraguay, permitiendo la regionalización de la estructura económica correspondiente a la Región Occidental y la estimación del consumo directo e indirecto de agua.

### 5.1 Impacto del crecimiento de sectores específicos

Se presentan a continuación los ejercicios de simulación realizados bajo diferentes escenarios de crecimiento a fin de estimar el incremento tanto del consumo directo como indirecto de agua como consecuencia del crecimiento estimado en sectores seleccionados.

#### 5.1.1 Ganadería

Por ser el sector de mayor relevancia para la economía del Chaco, el primer ejercicio se realiza estimando incrementos del 10%, 20%, 30%, 40% y 50% para el sector Ganadería.

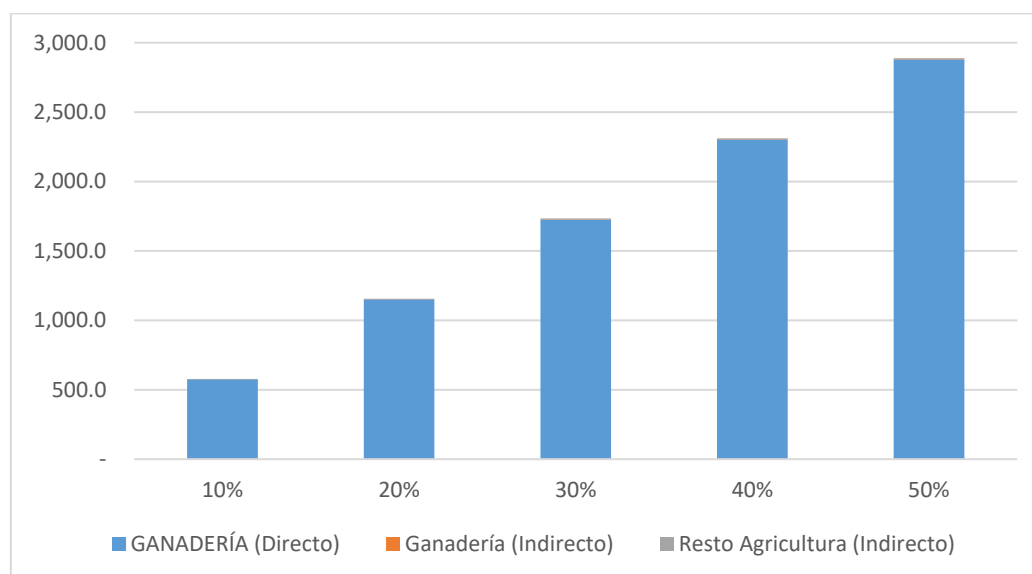
La Matriz Insumo-Producto permite observar que, bajo los escenarios de crecimiento realizados, el mayor incremento corresponde en todos los casos al consumo directo de agua de la Ganadería, y en menor medida a consumos indirectos en el mismo sector y en el resto de la agricultura.

**Tabla 24. Ganadería: Consumo de agua estimado por niveles de crecimiento (Km<sup>3</sup>)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
Directo	GANADERÍA (Directo)	575,9	1.151,9	1.727,8	2.303,8	2.879,7
Indirecto	Ganadería (Indirecto)	1,0	2,0	2,9	3,8	4,8
	Resto Agricultura (Indirecto)	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5

Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

**Figura 42. Ganadería: Consumo directo e indirecto (Km³)**



Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

#### 5.1.2 Producción de Carne

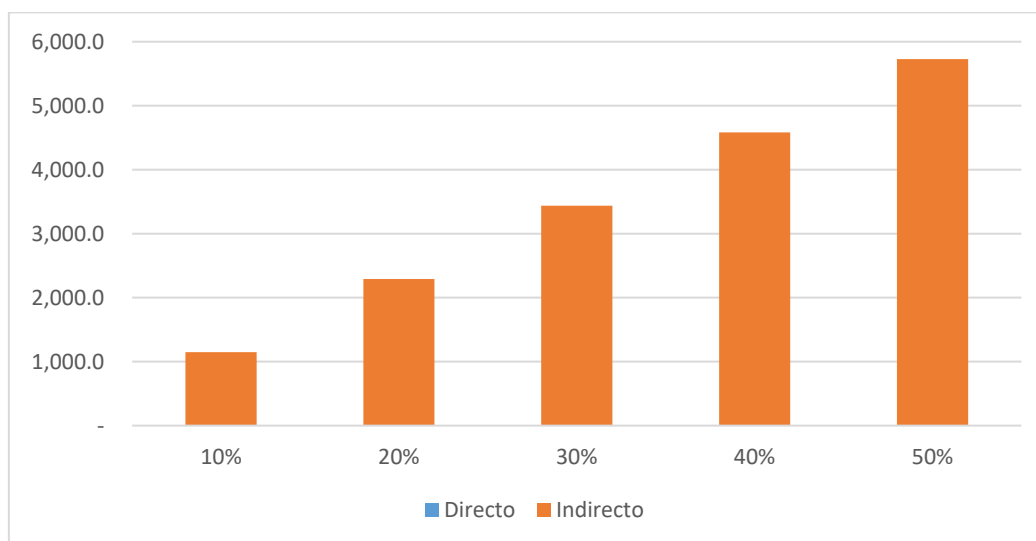
La estimación del incremento de consumo de agua bajo escenarios de crecimiento del sector carne indica que el incremento en la demanda corresponde en casi su totalidad al aumento indirecto en el consumo del sector Ganadería, así como en un leve incremento en el consumo indirecto del sector Resto Agricultura.

**Tabla 25. Producción de Carne: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
Directo	CARNE	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9
Indirecto	Carne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ganadería	1.145,2	2.285,7	3.428,6	4.571,4	5.714,2
	Resto Agricultura	2,3	4,6	6,9	9,36	11,68
	Forestal	-	-	-	-	1,2

Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

**Figura 43. Producción de Carne: Consumo estimado por niveles de crecimiento (Km³)**



Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

### 5.1.3 Producción de Leche

La producción de leche muestra un bajo nivel de consumo de agua en todos los escenarios de crecimiento, debido a la escasa demanda directa de agua que requiere la producción de Leche. A partir de un incremento del 30% en la Producción de Leche, se observa un incremento en la demanda indirecta de agua por parte del sector Ganadería, así como un incremento marginal en la demanda del sector Resto Agricultura.

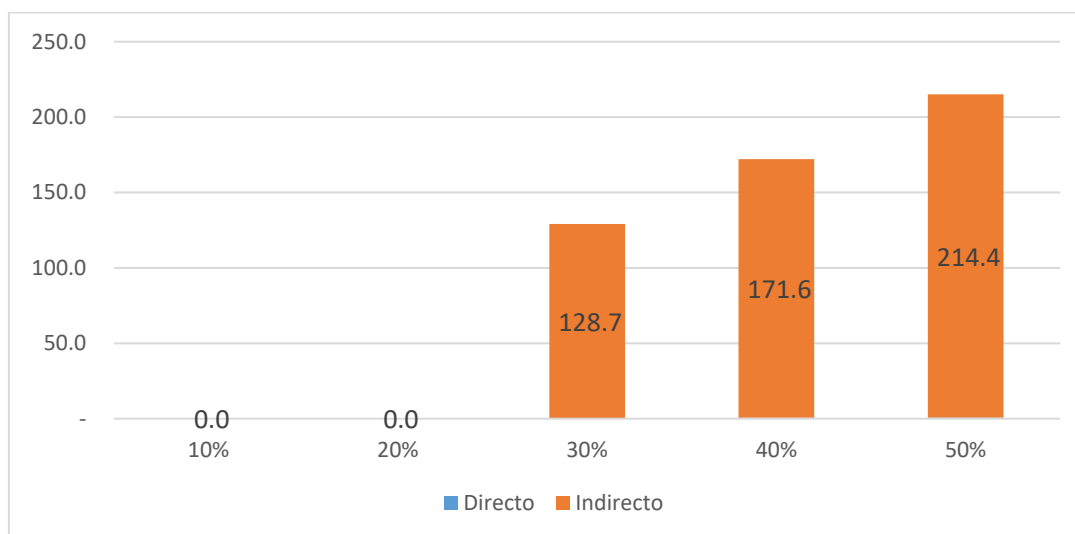
**Tabla 26. Producción de Leche: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	PRODUCCION DE LECHE	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7
Indirecto	Producción de Leche	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	Ganadería	0,0	0,0	127,3	169,7	212,1
	Resto Agricultura	0,0	0,0	1,4	1,8	2,3

Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004



**Figura 44. Producción de Leche: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)**



Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

#### 5.1.4 Resto Agricultura

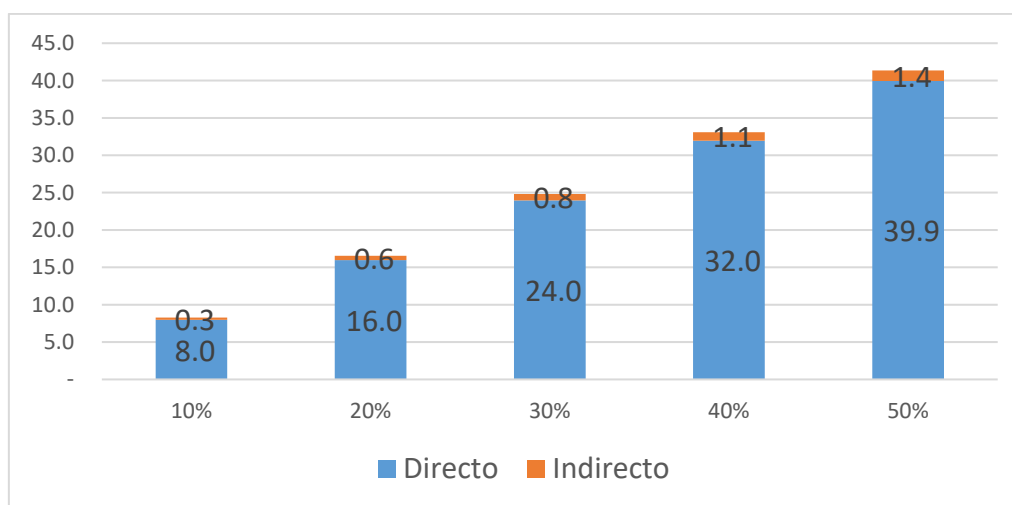
El sector denominado Resto Agricultura registra incrementos en la demanda directa de agua, según los resultados de la MIP. También se observa un pequeño incremento en la demanda indirecta agua del mismo sector. No se observan demandas directas o indirectas significativas de agua bajos los diferentes escenarios analizados.

**Tabla 27. Resto Agricultura: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	RESTO AGRICULTURA	8,0	16,0	24,0	32,0	39,9
Indirecto	Resto Agricultura	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4

Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

**Figura 45. Resto Agricultura: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)**



Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

#### 5.1.5 Forestal

El último escenario individual analizado corresponde al sector forestal, por ser una de las actividades económicas importantes de la Región Occidental.

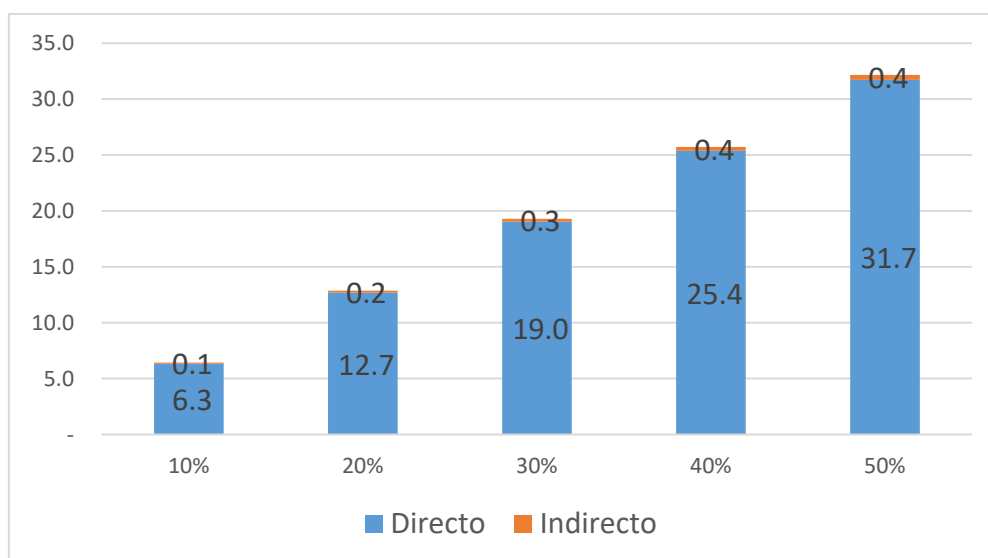
Los incrementos en el consumo provienen principalmente de la demanda directa del sector Forestal. Un incremento marginal se observa en la demanda indirecta del mismo sector. No se registran demanda directa o indirectas de otros sectores al analizar diversos escenarios de crecimiento en este sector.

**Tabla 28. Forestal: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	FORESTAL	6,3	12,7	19,0	25,4	31,7
Indirecto	Forestal	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4

Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

Figura 46. Forestal: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)



Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

## 5.2 Impacto del crecimiento de sectores combinados

### 5.2.1 Ganadería y Producción de Carne

En este ejercicio se combinan los sectores Ganadería y Producción de Carne y se analiza la demanda directa e indirecta de agua bajo diversos escenarios de crecimiento.

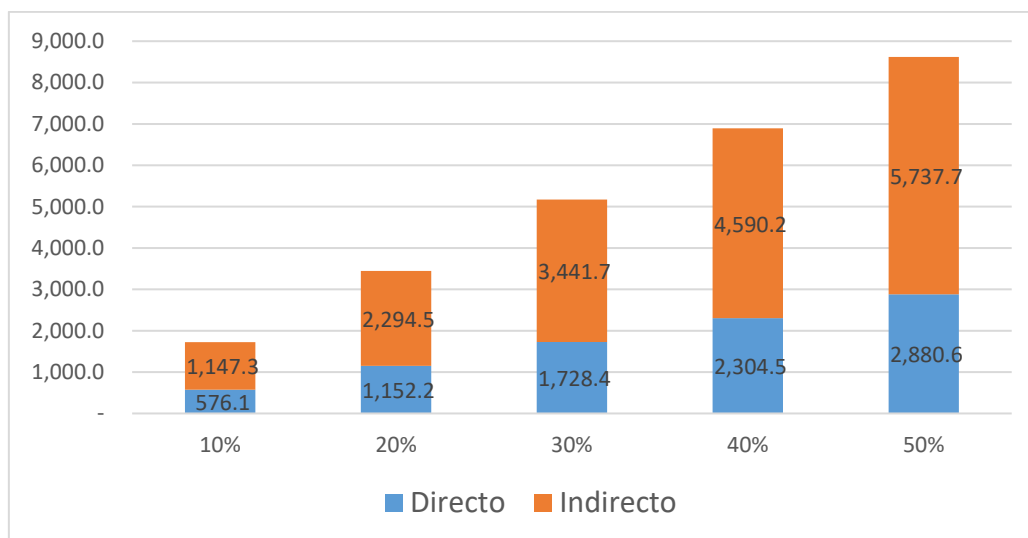
La mayor parte de la demanda de agua proviene de la demanda directa e indirecta del sector Ganadería, ya que la producción de carne solo registra una demanda marginal de agua. Los sectores que muestra un incremento en la demanda indirecta de agua son Resto Agricultura y Forestal, aunque esta última se observa solo bajo escenarios de crecimiento del 40% o más.

Tabla 29. Sector Combinados 1: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	GANADERÍA	575,9	1.151,9	1.727,8	2.303,8	2.879,7
	PRODUCCION DE CARNE	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9
Indirecto	Ganadería	1.143,8	2.287,6	3.431,4	4.575,1	5.718,9
	Producción de Carne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Resto Agricultura	3,4	6,8	10,3	13,7	17,1
	Forestal	-	-	-	1,4	1,7

Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

Figura 47. Sector Combinados 1: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km<sup>3</sup>)



Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

#### 5.2.2 Sectores Combinados 2: Ganadería, Producción de Carne y Producción de Leche

En este ejercicio se analiza la demanda de agua bajo diversos escenarios de crecimiento para los tres sectores vinculados a la producción de ganado: Ganadería, Producción de Carne y Producción de Leche, que constituyen la principal cadena productiva de la región Occidental.

La MIP muestra que el incremento en la demanda de agua proviene principalmente de la demanda directa e indirecta de la Ganadería y solo marginalmente de la demanda directa e indirecta de la Producción de Carne y de Lácteos, considerando la escasa demanda de agua por parte de los procesos productivos vinculados a estos sectores.

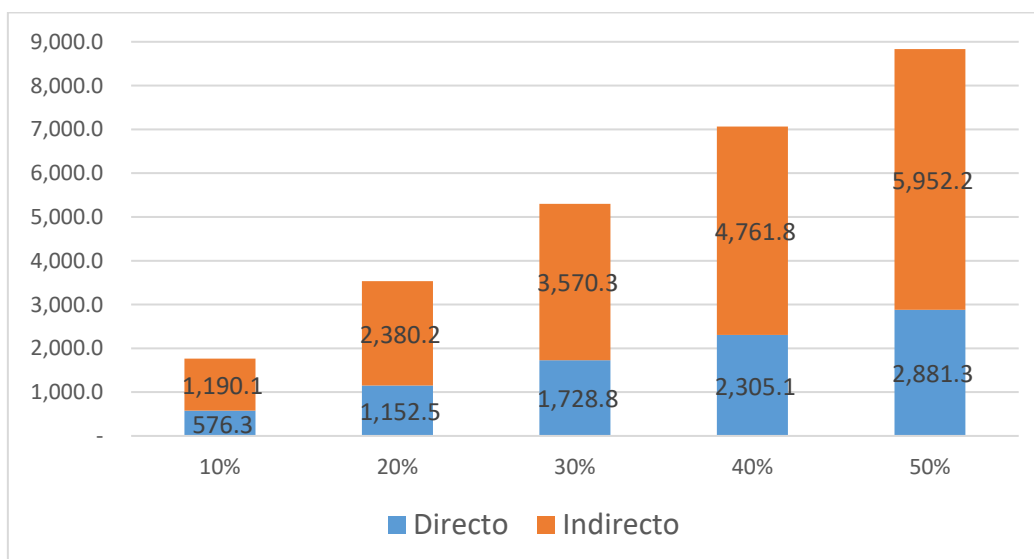
Se observa un nivel de demanda indirecta en el consumo de agua del sector Resto Agricultura, vinculado a la actividad agrícola destinada a la producción de forraje y balanceados para alimentación del ganado. Con niveles de crecimiento del 40% o más para los 3 sectores, se observa una demanda indirecta de agua en el sector Forestal.

**Tabla 30. Sector Combinados 2: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	GANADERIA	575,9	1.151,9	1.727,8	2.303,8	2.879,7
	CARNE	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9
	LACTEOS	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7
Indirecto	Ganadería	1.186,2	2.372,4	3.558,6	4.744,7	5.930,9
	Producción de Carne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Producción de Lácteos	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	Resto Agricultura	3,9	7,7	11,6	15,5	19,4
	Forestal	-	-	-	1,4	1,8

Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

**Figura 48. Sector Combinados 2: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km³)**



Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

### 5.2.3 Sectores Combinados 3: Ganadería, Producción de Carne, Producción de Leche, Resto de Agricultura y Forestal

La combinación de estos 5 sectores tiene como resultado una demanda total de agua muy similar al que resulta de la combinación de los sectores Ganadería, Producción de Carne y Leche. Esto se debe a que el consumo adicional directo e indirecto de los sectores Resto Agricultura y Forestal es relativamente pequeño con respecto al consumo directo e indirecto de la Ganadería.

**Tabla 31. Sector Combinados 3: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km<sup>3</sup>)**

Consumo	Escenario de Crecimiento				
	10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	590,6	1.181,2	1.771,8	2.362,4	2.953,0
Indirecto	1.191,2	2.382,4	3.573,8	4.765,1	5.956,3

Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

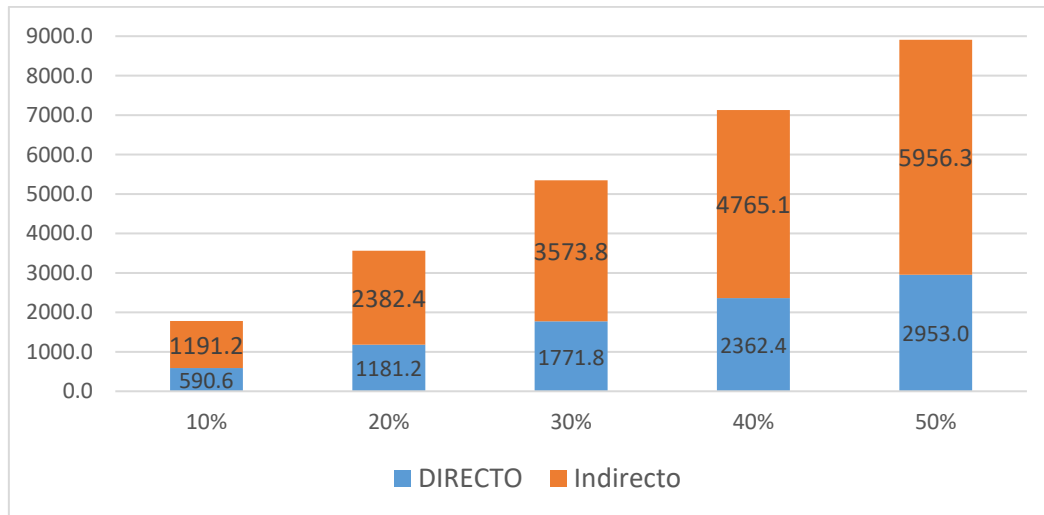
La siguiente tabla muestra que, en esta combinación, se observa que el sector con mayor demanda indirecta de agua, después de la Ganadería corresponde al sector Resto Agricultura. Adicionalmente, el sector algodón registra una demanda marginal a partir de crecimientos del 30% en el resto de los sectores.

**Tabla 32. Sector Combinados 3: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km<sup>3</sup>)**

Consumo	Sector	Escenarios de Crecimiento				
		10%	20%	30%	40%	50%
DIRECTO	GANADERIA	575,9	1.151,9	1.727,8	2.303,8	2.879,7
	CARNE	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9
	LECHE	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7
	RESTO AGRICULTURA	8,0	16,0	24,0	32,0	39,9
	FORESTAL	6,3	12,7	19,0	25,4	31,7
Indirecto	Ganadería	1.186,6	2.373,0	3.559,5	4.746,0	5.932,5
	Carne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Leche	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	Resto Agricultura	4,2	8,3	12,5	16,6	20,8
	Forestal	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
	Algodón	0,0	0,0	0,3	0,4	0,5

Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

Figura 49. Sector Combinados 3: Consumo estimado de agua por niveles de crecimiento (Km<sup>3</sup>)



Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

### 5.3 Impactos según escenarios de crecimiento de la Economía Nacional

Para realizar estos escenarios se tuvieron en cuenta las metas del Plan Nacional de Desarrollo 2030 y el Plan Nacional de la Carne en el cual se determinaron los porcentajes de crecimiento anual para llegar a las metas.

Figura 50. Consumo de agua por crecimiento del 6,80% anual de la economía (Km<sup>3</sup>)

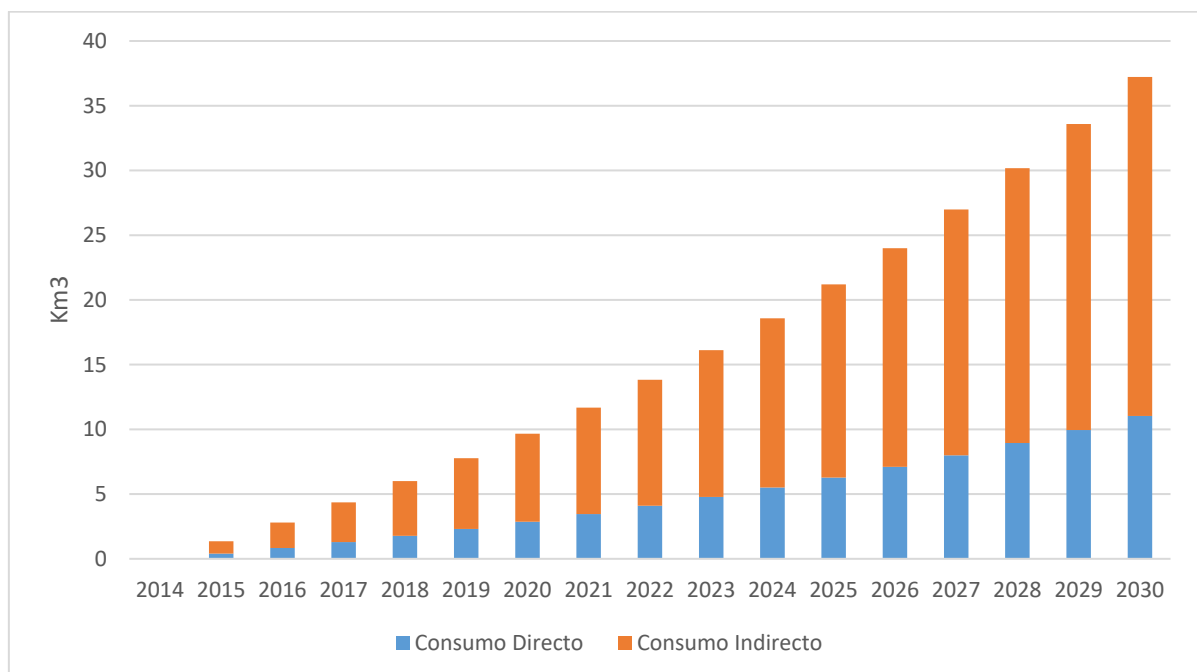


Figura 51. Consumo de agua por crecimiento del 4% anual de la economía (Km³)

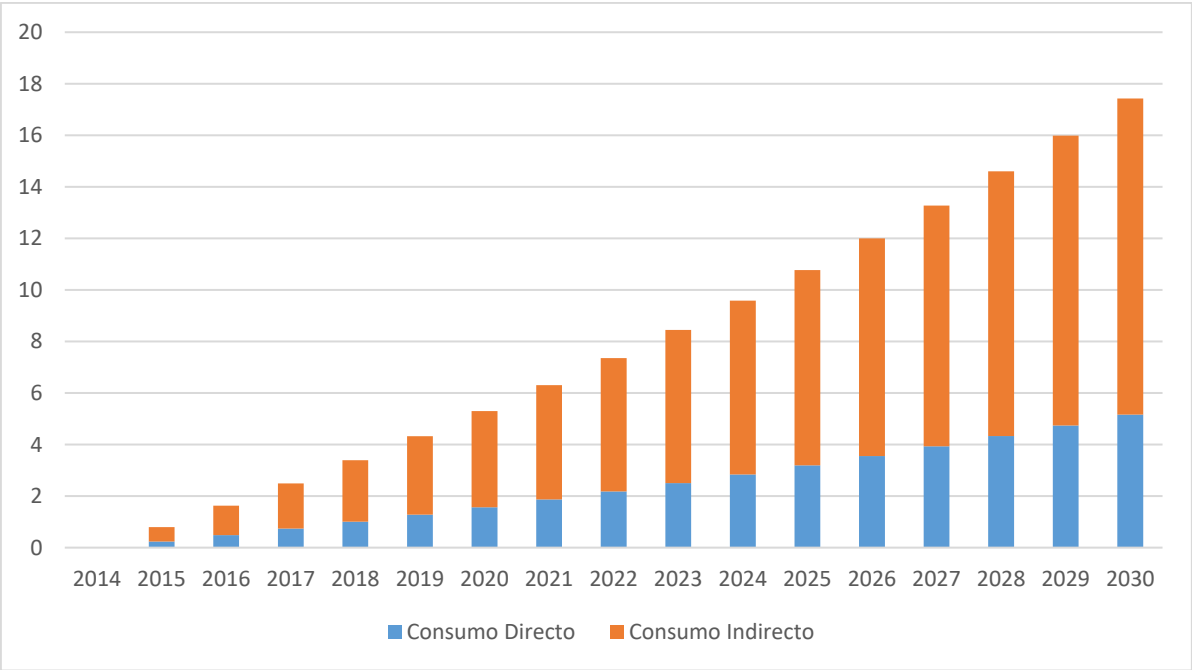


Figura 52. Consumo de agua por crecimiento del 3,7% anual de la economía (Km³)

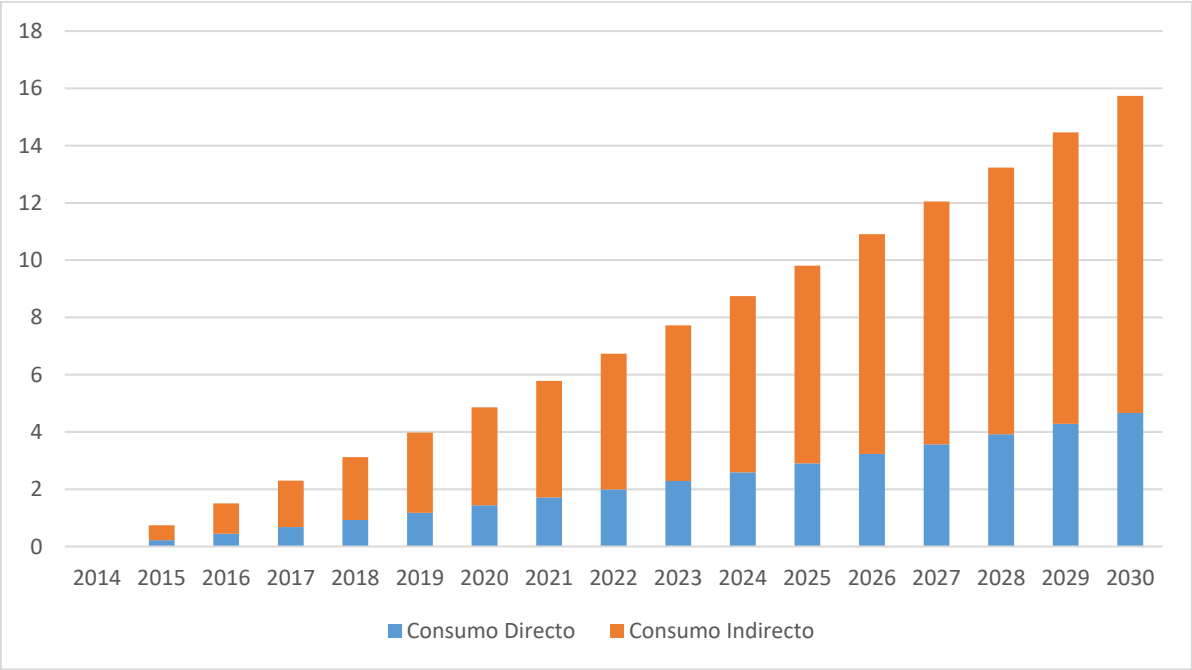
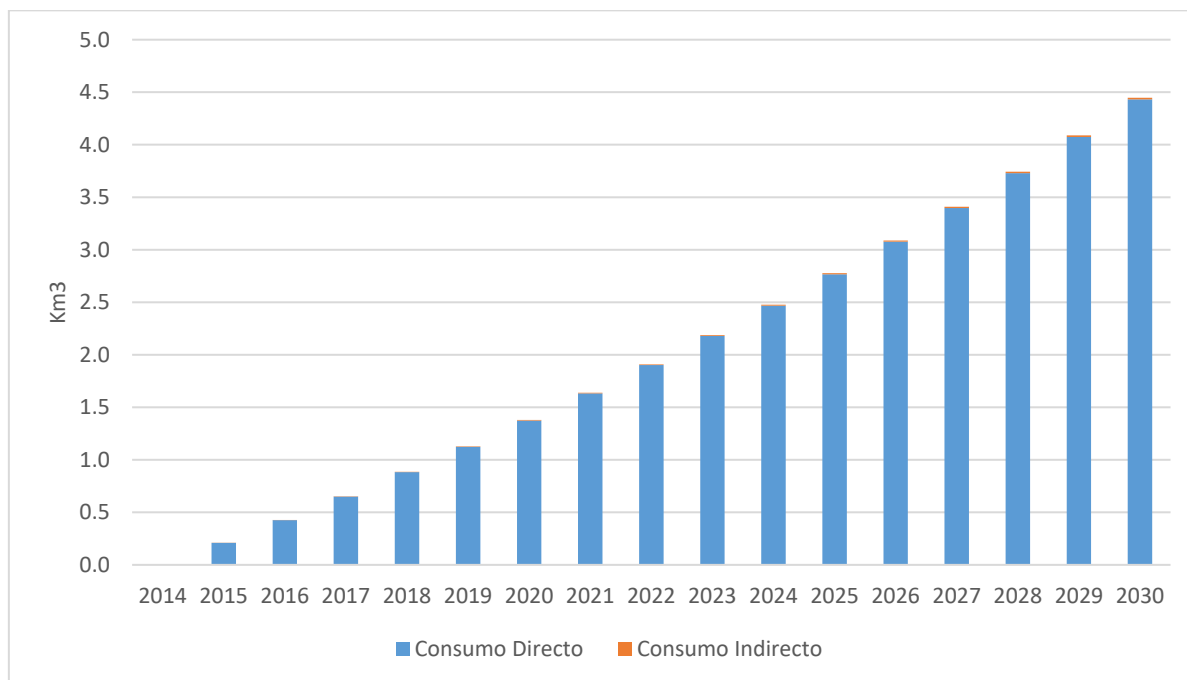




Figura 53. Consumo de agua por crecimiento del 3,6% anual del sector Ganadero (Km<sup>3</sup>)



## 5.4 Impactos sobre disponibilidad de agua

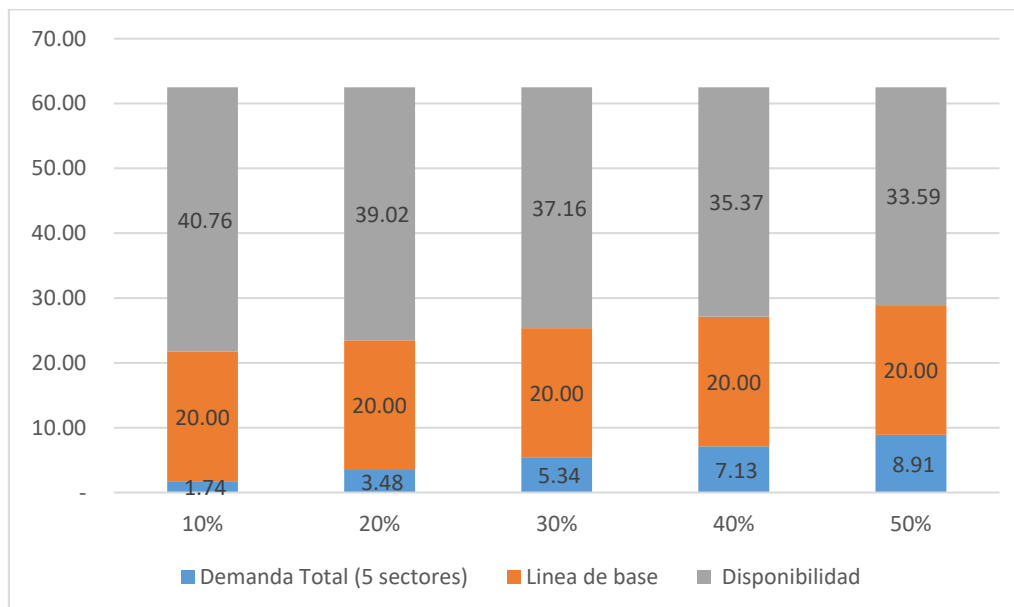
### 5.4.1 Crecimiento de actividades económicas por sectores individuales

A fin de determinar el impacto sobre la disponibilidad de agua como resultado del crecimiento de los sectores, se ha analizado el porcentaje de consumo incremental esperado sobre los niveles de demanda actual como consecuencia del crecimiento de los sectores económicos analizados.

En primer lugar, se consideran el consumo agregado esperado del crecimiento de los 5 sectores analizados: Carne, Ganadería, Lácteos, Resto Agricultura y Forestal.

El siguiente gráfico permite observar que un crecimiento del 10% en los sectores seleccionados incrementa el consumo a 1,74 Km<sup>3</sup>, lo que totaliza una demanda del 21,74 Km<sup>3</sup> anuales y un saldo disponible de 40,76 Km<sup>3</sup> de agua de los 62,5 Km<sup>3</sup> disponibles. En el escenario de mayor crecimiento (50% sobre la línea de base), el consumo incremental asciende a 8,91 Km<sup>3</sup>, con lo cual quedarían disponibles es,59 Km<sup>3</sup>, que representan más del 50% de la disponibilidad estimada.

Figura 54. Consumo de agua por crecimiento de sectores individuales



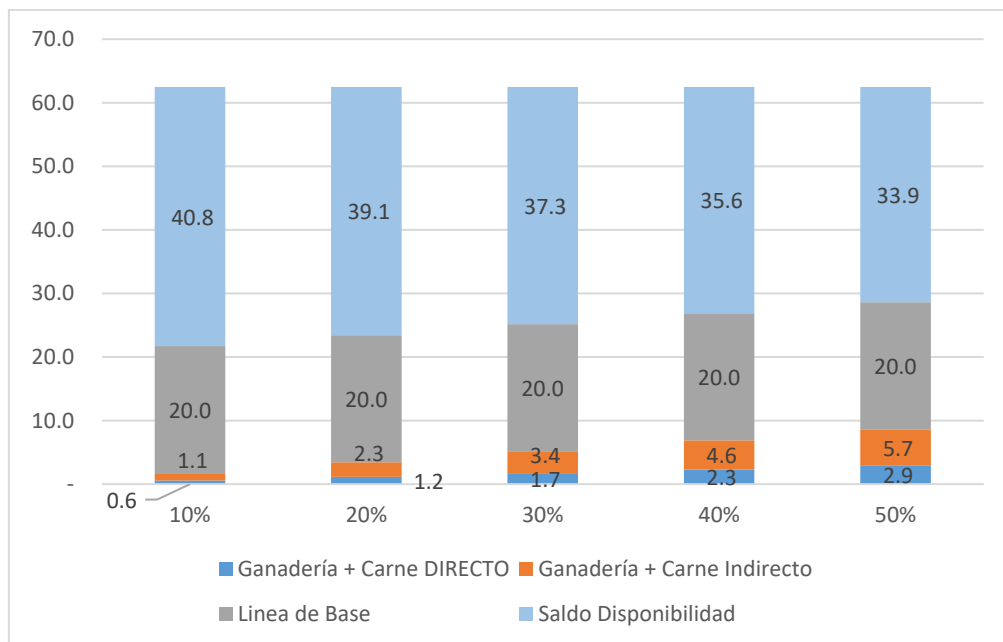
Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

#### 5.4.2 Crecimiento de actividades económicas por sectores combinados

La combinación de 2 sectores productivos estrechamente vinculados, como son la producción de carne y la ganadería tiene el mayor impacto en el incremento de consumo directo e indirecto de agua.

El siguiente gráfico que el impacto en la demanda indirecta es el de mayor relevancia para todos los escenarios de crecimiento combinado de los sectores carne y ganadería. El impacto total sobre la disponibilidad de agua es relativamente bajo, considerando que es de 1,7 Km<sup>3</sup> (2,8% del total disponible), en tanto que con un crecimiento del 50% en esos sectores, la demanda total (directa e indirecta) pasaría a representar el 13,8% del total disponible.

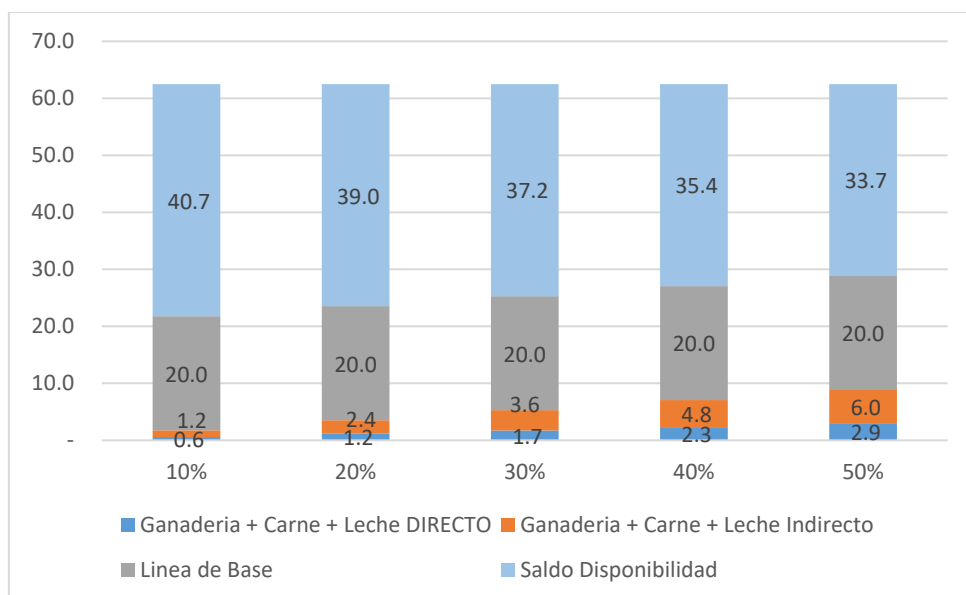
Figura 55. Consumo de agua por crecimiento de sectores combinados: Carne y Ganadería



Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

La inclusión del sector lácteo, junto a la ganadería y la carne, no cambian prácticamente las variaciones en el consumo de agua en los diferentes escenarios. El siguiente gráfico muestra el incremento relativo sobre la disponibilidad.

Figura 56. Consumo de agua por crecimiento de sectores combinados: Carne, Ganadería y Leche

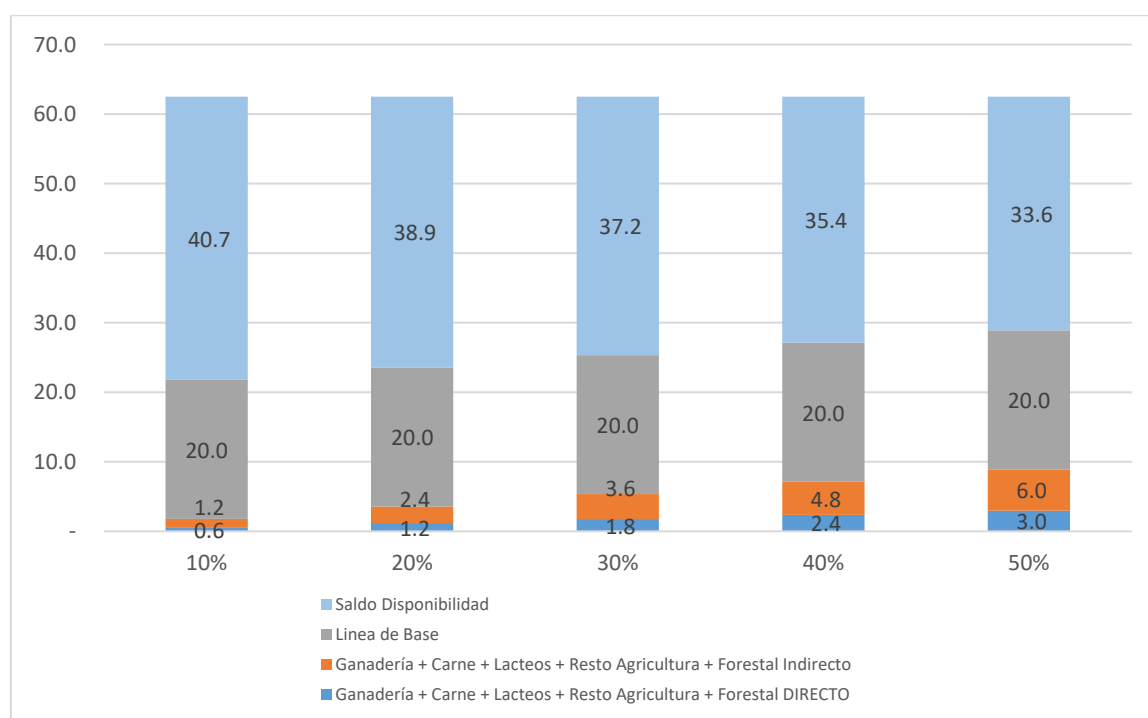


Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

El último ejercicio combinado incorporado al resto de la agricultura y al sector forestal (además de carne, ganadería y leche) para estimar el incremento en la demanda directa e indirecta de agua en diferentes escenarios de crecimiento.

El resultado indica que la incorporación de esos dos sectores tiene un impacto muy reducido en la demanda directa e indirecta de agua que se espera bajo diferentes escenarios de crecimiento, mostrando niveles de consumo muy similares a los del ejercicio anterior (Carne + Ganadería + Leche). Esto se debe al relativamente bajo impacto en la matriz de insumo producto de los sectores Resto de Agricultura (que excluye al Complejo Soja y al Algodón) y Forestal, por ser actividades escasa inserción en la estructura productiva del Chaco Paraguayo. Estos resultados indican que, en el caso del ejercicio combinado de 5 sectores, la mayor demanda corresponde al consumo directo e indirecto del sector Ganadería.

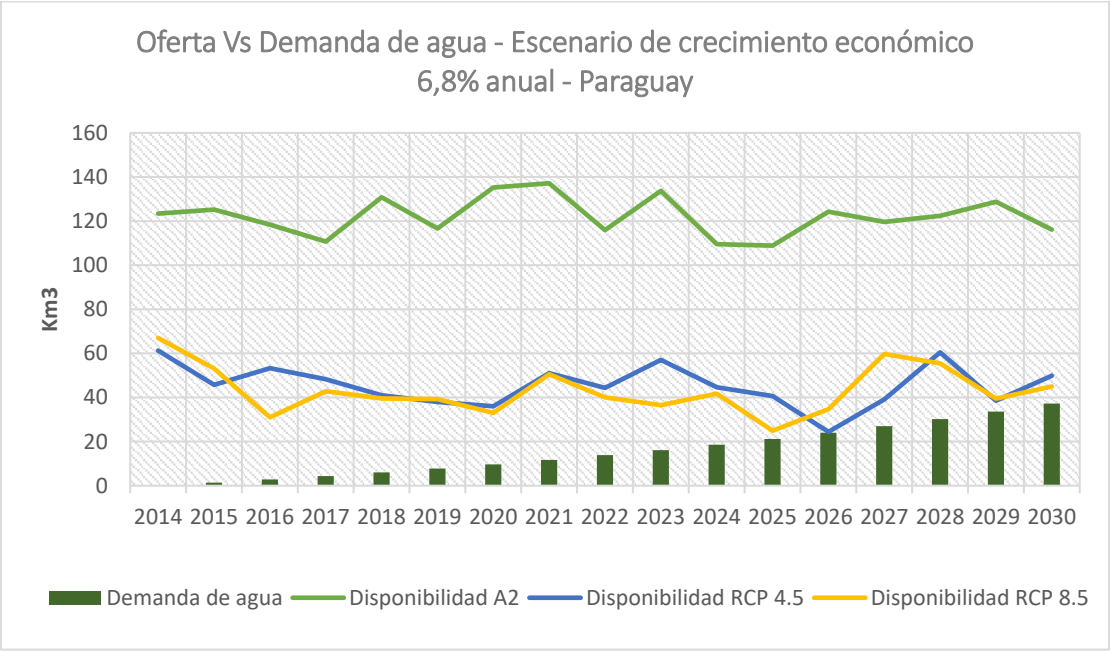
**Figura 57. Consumo de agua por crecimiento de sectores combinados: Carne, Ganadería y Leche**



Fuente: Elaboración propia en base MIP Paraguay, 2004

## 5.5 Escenarios de crecimiento regional en base a políticas nacionales

Figura 58. Escenario de crecimiento del 6,80% de la economía



Fuente: Elaboración propia en base al PND 203

Figura 59. Escenario de crecimiento del 3,70% de la economía

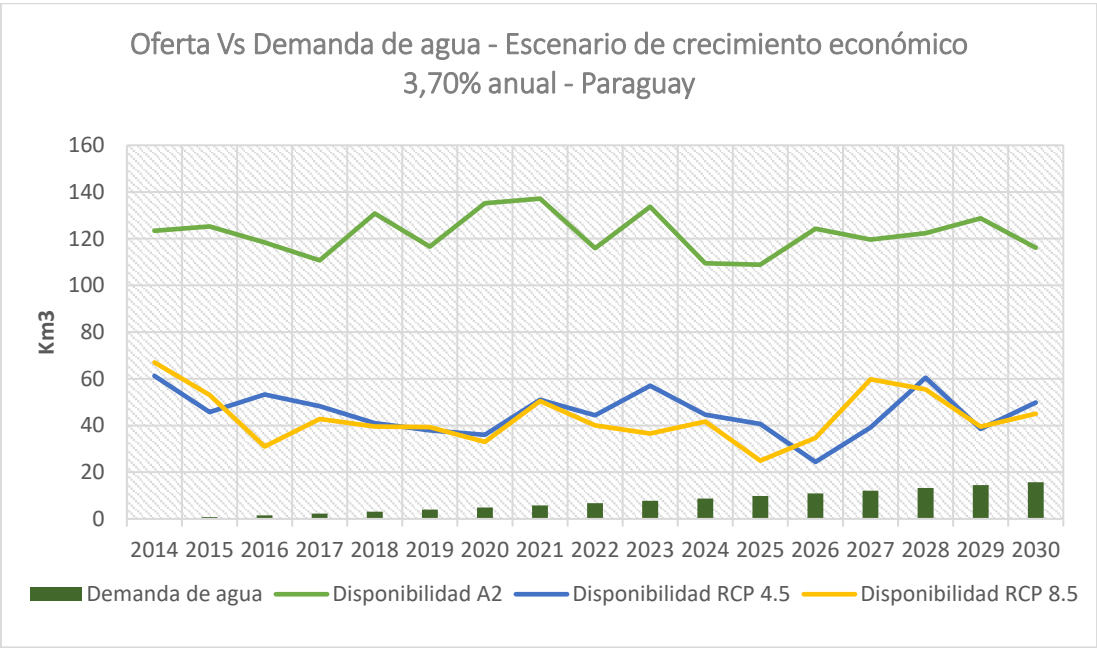


Figura 60. Escenario de crecimiento del 4% de la economía

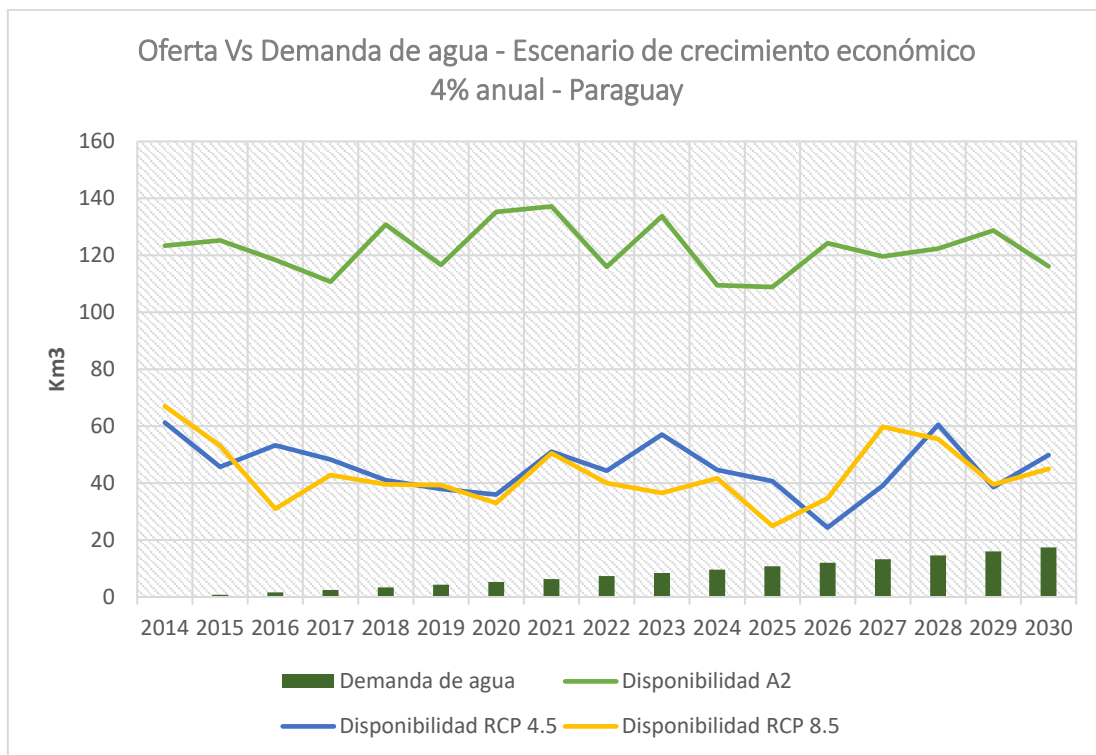
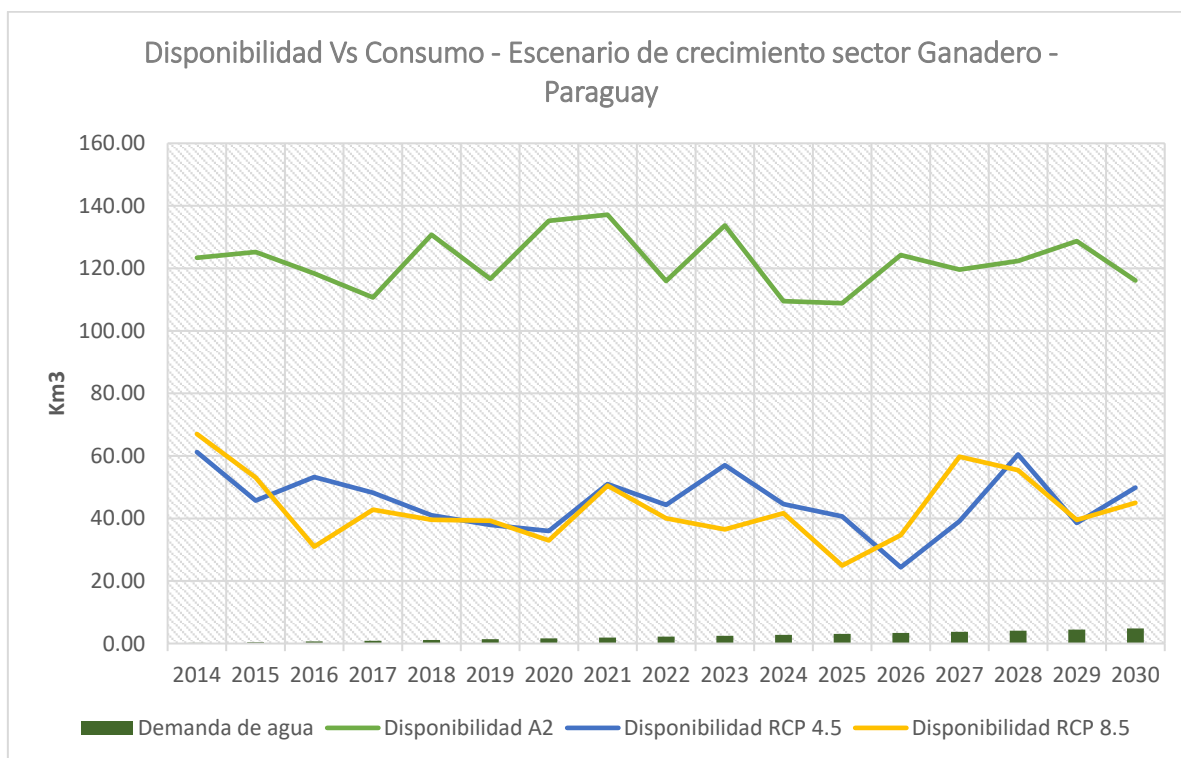


Figura 61. Escenario de crecimiento del 3,6% anual del Sector Ganadería



Fuente: Elaboración propia en base al Plan Nacional de la Carne.

## 6 PRINCIPALES SECTORES PRODUCTIVOS IDENTIFICADOS

Se han identificado tres sistemas productivos principales en el Gran Chaco Americano, estos sistemas cuentan con sus técnicas de recolección y almacenamiento de agua para producción y uso doméstico, los mismos son: Sistema tecnológico, Sistema tradicional de agricultores (pequeños agricultores) y Sistema indígena.

### 6.1 Sistema tecnológico

Consiste en sistemas mantenidos por grandes ganaderos y menonitas nacionales e internacionales (más de 1.000 ha de tierra). Amplia ganadería en pastizales o en pastos naturales.

Grandes inversiones en el manejo mejorado del ganado (genética, mayor productividad, infraestructura y forrajes) y aumento de la productividad de las vacas lecheras

Figura 62. Sistemas productivos tecnológicos



### 6.2 Sistema tradicional de agricultores (pequeños agricultores)

Está constituido por pequeños agricultores (menos de 500 ha de tierra), autosuficiente en sus propias tierras y algunos cultivos en alquiler.

Venden la leche a las colonias menonitas para la industrialización.

Este sistema ha ayudado a cambia el nivel de vida de muchas familias con ingresos regulares.

Figura 63. Sistemas productivos tradicionales de pequeños agricultores



### 6.3 Sistema indígena

Este sistema practica la agricultura de subsistencia y ganadería simple, con razas rústicas.

Recientemente han comenzado con la producción de carbón en hornos subterráneos, una actividad que tiene un impacto relativamente pequeño en el medio ambiente ya que la leña se corta manualmente.

El sustento de las tribus nómadas depende de la caza y la recolección. Mantienen su conocimiento tradicional de la ecología práctica, y son cazadores muy eficientes.

Figura 64. Sistemas productivos indígenas





## 7 APORTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se ha desarrollado una herramienta que permite analizar a nivel macro la región del Gran Chaco Americano en base a su estructura productiva e identifica patrones de comportamiento de las actividades de mayor consumo de agua en forma directa e indirecta, en escenarios de cambio climático y de crecimiento.

La misma permite:

- Entender la necesidad de abordar una nueva forma de planificar el desarrollo incorporando la sustentabilidad de los recursos hídricos y el derecho humano al agua.
- Identificar necesidades potenciales de inversión para la recolección y almacenamiento de agua para consumo humano y para el desarrollo de las actividades económicas, considerando los escenarios climáticos.
- Analizar la demanda de consumo de agua directa e indirecta, que puede ser contrastada en relación a los escenarios climáticos (RPC 4.5 y RPC 8.5), para identificar niveles de riesgo o vulnerabilidad para los sectores sociales y productivos.

## 8 APORTES A LAS CONTRIBUCIONES NACIONALMENTE DETERMINADAS A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO (NDCS)

Con este estudio se busca promover una producción sostenible de ganado, así como mejoras en los niveles de productividad. Recomendar la adopción una marca regional para producir carne "natural" y carne de res alimentada con pasto.

Promover la silvicultura (cría de ganado bajo los bosques) y evitar la tala de bosques.

Así también busca promover un mayor intercambio de experiencias en la adopción de medidas de adaptación (tecnologías y conocimiento local). La Estimación de los costos de inversión de diferentes sistemas de recolección/almacenamiento/distribución de agua para consumo y producción.

Con todas estas herramientas implementar planes locales que integren medidas de adaptación y mitigación.

## 9 POLÍTICAS PROPUESTAS

- Promover sistemas de manejo del agua que permitan a los sistemas productivos asegurar el acceso, y garanticen el derecho humano al agua.
- Establecer planes de gestión territorial de forma participativa, con miras al desarrollo inclusivo y sostenible.
- Implementar planes locales de adaptación integrando acciones de mitigación y adaptación basadas en ecosistemas.
- Aprovechar las ventajas competitivas a nivel regional y promover la integración productiva.

- Impulsar un mayor intercambio de experiencias en la adopción de medidas de adaptación (tecnologías y conocimientos locales).

## 10 ACCIONES PROPUESTAS

- Replicar investigaciones a escala local en base a la metodología teniendo en cuenta las características climáticas específicas.
- Profundizar investigaciones para determinar la oferta de agua en la región (Balance hídrico).
- Sistematizar las buenas prácticas en el manejo de los recursos hídricos para los diferentes sistemas socio productivos, e impulsar un programa de intercambio de conocimientos y creación de capacidades.
- Estimar costos de inversión de diferentes sistemas de recolección, almacenamiento y distribución de agua para consumo humano y para la producción.